



# Reaktivní barviva - dosahování tmavých odstínů na bavlně metodou Pad-Batch

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil  
*Studijní obor:* 3107R006 – Textilní a oděvní návrhářství  
*Autor práce:* **Kristýna Doležalová**  
*Vedoucí práce:* Ing. Jana Šašková





# Reactive dyes - achieving dark hues on cotton using Pad-Batch method

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil

*Study branch:* 3107R006 – Textile and Fashion Design - Textile Design and Technology

*Author:* **Kristýna Doležalová**

*Supervisor:* Ing. Jana Šašková



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Doležalová**  
Osobní číslo: **T14000115**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní a oděvní návrhářství**  
Název tématu: **Reaktivní barviva - dosahování tmavých odstínů na bavlně metodou Pad-Batch**  
Zadávací katedra: **Katedra designu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte rešerši k danému tématu.
2. Aplikujte metodu Pad-Batch pro vybraná reaktivní barviva na bavlněný materiál.
3. Použijte postup barvení doporučený výrobcem, poté aplikujte metodu Pad-Batch cyklicky na již nabarvený materiál.
4. Vyhodnoťte vzorky z hlediska stálostí a změn mechanických vlastností.
5. Diskutujte výsledky.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **25**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Broadbent A D.: Basic principles of textile coloration, Bradford:SDC, 2001**

**Clark,M.: Handbook of textile and industrial dyeing, Woodhead Publishing, 2011**

**Shore,J.: Cellulosics Dyeing, Bradford:SDC, 1995**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jana Šašková**

Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **12. října 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



Ing. Renata Štorová, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 20. března 2017

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 2.5.2014

Podpis: *Dobrácká*

## **Poděkování**

Děkuji paní Ing. Janě Šaškové Ph.D. za vedení bakalářské práce, pomoc s výpočty a experimenty, ochotu a trpělivost a panu prof. Ing. Jakobovi Wienerovi za odborné konzultace a pomoc se zpracováním výpočtů.

Také děkuji mým rodičům za podporu během studia.

## **Anotace**

### **Reaktivní barviva – dosahování tmavých odstínů na bavlně metodou Pad-Batch**

Cílem práce bylo zjistit, zda má cyklické aplikování Pad-Batch technologie na bavlněnou textilií negativní vliv z hlediska mechanických vlastností a také, jaký postup je nejvhodnější a nejekonomičtější při barvení bavlny tmavými odstíny, přičemž cílem je dosáhnout co nejsytějšího vybarvení.

## **Anotation**

### **Reactive dyes – achieving dark hues on cotton using Pad-Batch method**

The object of this bachelor thesis was to find out if applying Pad-Batch method on cotton in more cycles does affect the material in terms of mechanical properties and also which is the best and most economic procedure when it comes to dyeing in cycles according to the most vivid colouration.

## **Klíčová slova**

Bavlna, reaktivní barviva, tmavé odstíny, klocování, technologie pad-batch

## **Key words**

Cotton, reactive dyes, dark hues, batching, pad-batch technology

## Obsah

Seznam použitých symbolů.....	10
Úvod .....	12
Rešeršní část.....	13
1. Bavlna.....	13
1.1 Pěstování a sklizeň bavlny.....	13
1.2 Dělení bavlny dle zralosti .....	14
1.3 Mechanické vlastnosti bavlny .....	15
1.4 Vzhled vláken bavlny a jejich chemické složení .....	15
1.4.1 Celulóza .....	16
2. Reaktivní barviva .....	18
2.1 Historie reaktivních barviv .....	18
2.2 Chemická struktura reaktivních barviv .....	19
2.2.1 Reaktivní systémy.....	19
2.3 Aplikace reaktivních barviv na celulóзовá vlákna .....	20
2.3.1 Klocovací postup a metoda Pad-Batch.....	21
2.4 Problémy reaktivního barvení.....	23
2.5 Požadavky na stálosti vybarvení .....	24
2.5.1 Stálost v otěru .....	25
2.5.2 Mokrý stálost .....	25
2.6 Určení koncentrace barviva na vlákne .....	26
2.6.1 Kolorimetrické stanovení koncentrace barviva v roztoku .....	26
2.6.2 Měření remise a CIELAB .....	27
3. Realizační část .....	28
3.1 Účel experimentů.....	28
3.2 Použitý materiál .....	28
3.3 Použitá barviva .....	28
3.4 Použité chemikálie .....	28
3.5 Použité přístroje .....	28
3.6 Výpočty.....	29
3.6.1 Kalibrační přímky.....	29
3.7 Podmínky barvení – určení barvicího postupu .....	30
3.7.1 Barvicí postup doporučený výrobcem .....	30
3.7.2 Zkrácený barvicí postup .....	31



3.8	Zkušební barvení vzorků .....	31
3.9	Samotný experiment.....	32
3.9.1	Doplňkový experiment.....	34
3.10	Výsledky experimentů.....	34
3.10.1	Zkouška pevnosti.....	35
3.10.2	Stálobarevnost v otěru za sucha .....	36
3.10.3	Stálobarevnost v potu .....	36
3.10.4	Stálobarevnost v praní .....	37
3.10.5	Rozměrové změny.....	38
3.10.6	Měření remisí vzorků .....	39
3.11	Hodnocení a diskuse .....	41
3.12	Závěr.....	44
4.	Seznam použitých zdrojů .....	45
	Přílohy .....	47

## Seznam použitých symbolů

A	Absorbance [1]
$\epsilon$	Lineární absorpční koeficient [1]
C	Koncentrace absorbující složky [ $\text{mg.l}^{-1}$ ]
K/S	Kubelka – Munkova funkce [1]
R	Remisní stupeň [1]
$\Delta L^*$	Jasová odchylka [1]
X; X <sub>0</sub>	Trichromatická souřadnice [1]
Y; Y <sub>0</sub>	Trichromatická souřadnice [1]
Z; Z <sub>0</sub>	Trichromatická souřadnice [1]
a*	Pozice v diagramu pro výpočet jasové odchylky [1]
b*	Pozice v diagramu pro výpočet jasové odchylky [1]
$\Delta E^*$	Celková barevná diference [1]
M <sub>O</sub>	Hmotnost suchého vzorku [g]
M <sub>K</sub>	Hmotnost naklocovaného vzorku [g]
M <sub>R</sub>	Hmotnost aplikovaného roztoku [g]
M <sub>B</sub>	Hmotnost aplikovaného barviva [g]
y	Směrnice kalibrační přímky [1]
M <sub>S</sub> g/l	Hmotnost sepraného barviva [g/l]
M <sub>S</sub>	Skutečná hm. sepraného barviva [g]
M <sub>F</sub>	Hmotnost fixovaného barviva [g]

K

Koncentrace

[mg.l<sup>-1</sup>]

## Úvod

Mnoho textilních firem se snaží co možná nejvíce snížit náklady na výrobu oděvní textilie, jakož i na její barvení. Aby tato snaha byla úspěšná, je nutné vybrat takové barvivo a barvicí postup, jejichž kombinace zajistí kvalitní, egální vybarvení, syté odstíny, dobrou afinitu barviva k vláknu a také jeho stálost v náročných podmínkách, jako je například praní. Důležitým faktorem je ve výrobě také množství použité vody, přičemž můžeme pozorovat rostoucí tendence textilního průmyslu spotřebu vody snížit na nutné minimum.

Účelem této práce bylo objektivně zhodnotit, jaký postup je nejvhodnější při cyklickém barvení bavlny tmavými odstíny metodou Pad-Batch a zda barvení ve více cyklech neovlivňuje negativním způsobem barvený materiál z hlediska mechanických vlastností.

Vzorky bavlny byly nabarveny reaktivními barvivy metodou Pad-Batch. Některé z nich byly následně barveny opětovně stejným způsobem, čímž vznikla řada vzorků, kdy vzorek č.1 byl barven jedenkrát, vzorek č.2 dvakrát atd. Tyto vzorky byly následně porovnány mezi sebou, v některých případech byly srovnány i s nebarveným původním materiálem, přičemž byla objektivně změřena změna barevnosti, subjektivně zhodnocena egalita vybarvení, byly provedeny zkoušky pevnosti, oděru a v praní a zjištěny případné rozměrové změny.

Na závěr jsou výsledky experimentů diskutovány.

## Rešeršní část

### 1. Bavlna

První nálezy bavlněných vláken se datují až do roku 5800 př. n. l., ale je velmi pravděpodobné, že se bavlněná vlákna používala již dříve, avšak kvůli přírodnímu původu a snadnému podlehnutí zkáze se starší artefakty nedochovaly. Jedná se o jednobuněčná vlákna, která obrůstají semena bavlníku. Tato vlákna jsou zdrojem nejčistší celulózy, a kromě výroby oděvů se používají také např. na výrobu bankovního papíru, cigaretového papíru a podobně. [1]

Bavlna je bezpochyby jednou z nejvýznamnějších textilních surovin, a to nejen v současnosti. Ačkoliv se v letech 2015 a 2016 snížila celosvětová produkce bavlny o 17 % na 21,7 milionů tun, což je nejnižší hodnota od roku 2003, stále je spotřeba bavlněných vláken enormní. Tento pokles je způsoben především vysokými náklady na produkci bavlny v Číně, která je jedním z nejdůležitějších světových vývozců. Naproti tomu Indie a USA své plantáže neustále zvětšují, aby mohli pokrýt celosvětově vysokou poptávku. Jak se produkce a poptávka po bavlně vyvíjela v uplynulých letech, stejně jako předpoklad pro rok 2017 můžeme vidět v tabulce 1. [2]

Tab.1: Vývoj a předpoklad vývoje celosvětové produkce a spotřeby bavlny

Celosvětová produkce a spotřeba bavlny			
	2014/15	2015/16	2016/17
	Milionů tun		
Produkce	26,12	27,74	22,73
Spotřeba	24,28	23,65	23,66

Jak je z tabulky patrné, pro rok 2017 se předpokládá, že roční spotřeba bavlny bude stagnovat na přibližně 23,6 milionech tun. Tato stagnace může být způsobena mnoha faktory, pravděpodobně však jde o důsledek nižší výrobní ceny jiných textilních vláken, která jsou pro bavlnu silnou konkurencí.

#### 1.1 Pěstování a sklizeň bavlny

Semena bavlny klíčí již po týdnu od zasetí, rostlina dozrává po 5 či 6 měsících. Po odpadnutí květu začíná růst tobolka, která má 3-5 pouzder, z nichž v každém je 20

semen. Právě na těchto semenech rostou vlákna. Ta rostou postupně, nejprve dochází k vytvoření primární stěny vlákna o tloušťce 0,5 nanometrů, což trvá 13-20 dní. Primární vrstva obsahuje celulóзовé i necelulóзовé složky. Po vytvoření primární stěny roste vlákno do délky po dobu asi 25 dní, následně dorůstá sekundární stěna po dobu 25 až 40 dní. Růstem sekundární stěny se také zvětšuje průměr vlákna, neboť sekundární stěna je podstatně širší než stěna primární. Terciární stěna je naopak velice tenká a stejně jako primární stěna obsahuje menší podíl celulózy a větší podíl necelulóзовých složek. Ve chvíli, kdy je tobolek již plně zralá, dochází k prasknutí a vlákna, která původně slouží k roztroušení semen za pomoci větru, se vysušují. Jakmile vyschne protoplasmatický zbytek, následuje sklizeň. Ta se dělí na tři etapy, přičemž nejlepší kvalitou vynikají vlákna z druhé sklizně. Během sklizně jsou vlákna odtržena od semen, často se k tomu využívá strojů. Proces sklizně a výsledný produkt musí být kontrolován, aby nedošlo k přílišnému potrhání vláken. Sklizeň může být provedena i ručně, což zaručí výbornou kvalitu, nicméně jedná se o proces zdlouhavý a finančně nákladný. Nezpracovatelná krátká vlákna, která po sklizni zbydou, jsou nazývána *linters* a jsou důležitým zdrojem celulózy. Ze zbylých semen se lisuje olej.

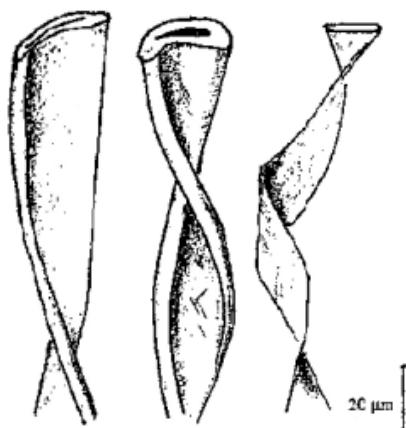
Po těchto procesech je kvalita bavlny zhodnocena a rozříděna do několika kategorií. Je několik způsobů třídění kvality bavlněných vláken, ovšem nejdůležitějšími faktory jsou zpravidla: staplová délka, barevný odstín, čistota suroviny, subjektivní vzhled, zralost. Tyto faktory jsou velice závislé nejen na způsobu pěstování a sklizení, ale i na odrůdě bavlníku a pěstitelské oblasti. *Bavlna americká* se pěstuje například ve státech Alabama, Georgia, Louisiana či Texas, ale také na území Brazílie, Venezuely či Mexika. Jedná se o bavlnu Upland (Sea Island), která se vyznačuje dlouhými vlákny. Tento typ bavlny se v Evropě téměř nevyskytuje, a i v USA se pěstitelé začínají přiklánět k jiným typům bavlníku. *Egyptská bavlna* se pěstuje především na územích v údolí Nilu, kde jsou pro pěstování obecně nejvhodnější podmínky. *Východoasijská bavlna* je pak pěstována především v Číně a Indii, ale i v Japonsku či Koreji. [1], [3], [4]

## 1.2 Dělení bavlny dle zralosti

*Nezralá bavlna.* Vlákno nezralé bavlny má tvar stužky a je jen velice mírně zakrouceno. Stěny jsou široké 1 mikrometr či více. Nezralá vlákna jsou obtížně barvitelná přímými barvivy, neboť v lumenu je stále obsažen protoplasmatický zbytek. Průřez vlákna je plochý.

*Zralá bavlna.* Vlákno zralé bavlny má již vyvinutou buněčnou stěnu a zřetelný lumen, šířka je 12 až 20 mikrometrů. Vlákno se formuje do tvaru stužky se zákruty, v průřezu je oválné či ve tvaru písmene U. Díky tomuto tvaru je bavlna charakteristická a velice snadno rozpoznatelná pod mikroskopem. Barvy jsou různé, od bílé až po nažloutlou, šedivou, nazelenalou či hnědou, vlákna mohou být zbarvena stejnoměrně, ale také mohou být skvrnitá. Zralá jemná vlákna jsou lesklá, hrubá vlákna lesk nemají. Hrubé bavlny mají silnější stěnu a bývají kratší a širší.

*Mrtvá bavlna.* Při třetí sklizni jsou bavlněná vlákna již mrtvá a poškozená nejen vlivy počasí, ale i škůdci. Mají tvar tenké, široké stužky, lumen není znatelný, stužka je znatelně zakroucena a místy přehnuta. Stěny o šířce 0,5 mikrometru jsou přilehlé, vlákna se nedají barvit a mají špatné mechanické vlastnosti. [5]



Obr. 1 Nezralé, zralé a mrtvé bavlněné vlákno [1]

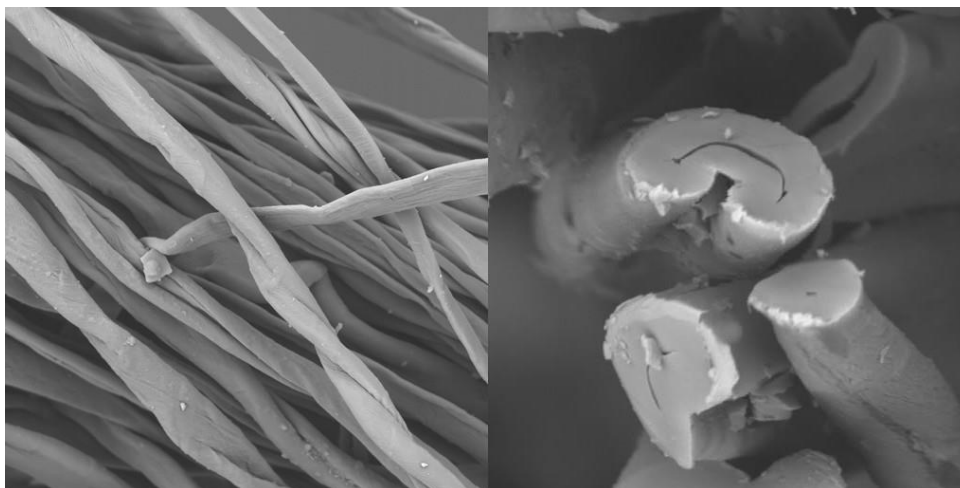
### 1.3 Mechanické vlastnosti bavlny

*Jemnost* bavlny se pohybuje mezi 1 až 4 dTex. *Délka* se dělí do několika tříd. Nejkratší vlákna jsou dlouhá 20 až 26 milimetrů, středně dlouhá vlákna mají délku 26 až 29 milimetrů, dlouhá vlákna 29 až 35 milimetrů a nejdelší vlákna mají více než 35 milimetrů.

*Pevnost* se za sucha pohybuje okolo 2 až 5 cN/dTex, za mokra se zvyšuje na 100 až 120 % pevnosti za sucha. *Tažnost* je za sucha 6 až 10 %, za mokra 100 až 110 % suché tažnosti. Mercerací se tažnost významně zvyšuje. *Elastické zotavení* je při 2% protažení 74 %, při 5% protažení pak 45 %. *Navlhavost* je za standardních podmínek, tedy při 65% vlhkosti, 7,5 %, v atmosféře s 95% vlhkostí se zvyšuje na 24 až 27 %. [1]

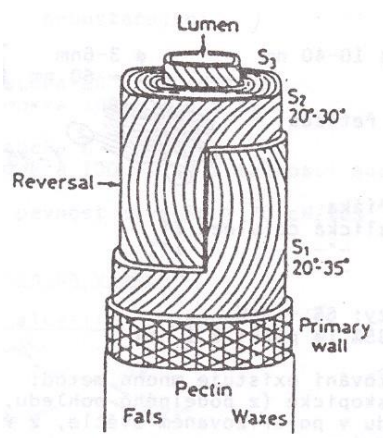
### 1.4 Vzhled vláken bavlny a jejich chemické složení

Bavlněné vlákno je před vysušením bez zákrutů, které získá až po odtržení a vyschnutí. Vzhled vlákna po vyschnutí znázorňuje obrázek 2.



Obr.2 Podélný a příčný pohled na vysušené bavlněné vlákno [1]

Vlákna jsou tvořena z několika vrstev – lamel, každá z těchto vrstev naroste přibližně za 24 hodin. Zralé bavlněné vlákno může těchto vrstev mít až 48. *Primární stěna* bavlněného vlákna má tloušťku 0,1 až 0,2 mikrometru, obsahuje fibrilární svazky. *Sekundární stěna* se skládá z první a druhé vrstvy, obsahuje koncentrické fibrilární mezivrstvy a tvoří 95 % vlákna, její tloušťka je 4,4 mikrometru. *Terciární vrstva* má tloušťku 0,1 mikrometru a ohraničuje lumen.



Obr.3 Model bavlny podle R.A.Younga [1]

Chemické složení bavlny závisí na jejím původu, zralosti a podmínkách růstu. Přibližné hodnoty jsou: 88 až 96 % celulóza; 1,1 až 1,9 % bílkoviny; 0,9 až 1,2 % pektiny; 0,3 až 1,9 % vosky; 0,7 až 1,6 % minerální soli; 0,5 až 1 % organické kyseliny; 0,3 % cukry.

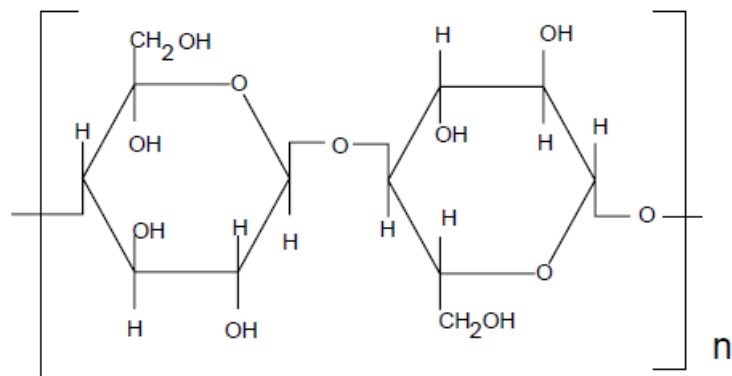
[1]

#### 1.4.1 Celulóza

*Celulóza*, jak je z odstavce výše patrné, je v bavlněném vláknu zastoupena nejvíce a je jeho základním stavebním prvkem. Jde o přírodní makromolekulovou sloučeninu, tzv. homopolysacharid. Skládá se z  $\beta$ -glukopyranózových jednotek, které jsou spojené do



polymeru glykosidickými vazbami. Je málo reaktivní, což je dáno jednak jejím chemickým složením, ale také její strukturou, reakce totiž probíhají o poznání rychleji v amorfní části vlákna.



Obr.4 Základní strukturní jednotka celulózy–celobióza [6]

Jednotek  $\beta$ -glukopyranózy se musí navázat 3 až 15 tisíc, aby vznikla jedna makromolekula celulózy. Každá tato jednotka obsahuje 3 alkoholové skupiny, které významně ovlivňují fyzikálně-chemické vlastnosti celulózy. Mezi těmito skupinami vznikají vodíkové můstky, jednak intermolekulární, ale také intramolekulární. Intramolekulární vodíkové můstky způsobují, že jsou makromolekuly celulózy tuhé a intermolekulární jsou pak příčinou nerozpustnosti celulózy ve vodě a v běžných rozpouštědlech. [4], [6], [7]

Kromě vodíkových můstků vznikají v alkoholové skupině také Van der Waalsovy vazby. Těchto neiontových vazeb se užívá při barvení bavlny *substantivními barvivy*. Aby pro tyto vazby bylo místo, musí být molekula barviva dlouhá a lineární. Je také zapotřebí přidávat do lázně elektrolyt, čímž se zamezí odpuzování barviva a  $-OH$  skupin celulózy, neboť má obojí stejnou polaritu.

Pro barvení bavlny *kypovými barvivy* je nutné nerozpustné kypové barvivo zkypovat na leukosloučeninu. Tato je ve vodě rozpustná a také je substantivní k celulóze. Následně se leukosloučenina oxiduje zpět na původní kypové barvivo, výsledkem je mechanická vazba mezi barvivem a vláknem. Podobně je prováděno i barvení *sirnými barvivy* a *nerozpustnými azobarvivy*.

U *reaktivních barviv*, kterými se tato práce zabývá, se využívá mechanismu pevné, kovalentní vazby mezi bavlnou a barvivem. [3]

## 2. Reaktivní barviva

Před objevem reaktivních barviv byly mechanismy fixace barviva na celulózu založeny především na fyzikálních přitažlivých silách, jako jsou *vodíkové můstky* nebo *Van der Waalsovy síly*, nebo mechanicky, kdy větší, nerozpustné agregáty drží v užších pórech vláken. Naproti tomu reaktivní barviva mají v molekule jednu či dvě reaktivní skupiny, které jsou schopny vytvořit chemicko-kovalentní vazbu s –OH skupinami celulózy, případě –NH<sub>2</sub> skupinami vlny, hedvábí či polyamidu. Z ve vodě rozpustného barviva tak vznikají barevné skupiny makromolekul, které jsou zcela nerozpustné a velice stabilní. Kovalentní vazba je v tomto případě až desetkrát stabilnější než nejsilnější fyzikální vazba, a proto jsou textilie barvené reaktivními barvivami velice odolné vůči běžným vlivům, jako je například alkalická vyvářka, horká voda, pot, vliv slané vody a podobně. [5], [8], [9]

V současnosti tvoří textilie barvené reaktivními barvivami více než 50 % veškerých barvených textilií, přičemž tato hodnota stále mírně stoupá. Širokému užití reaktivních barviv nahrává jejich příznivá cena, která zpravidla nepřevyšuje cenu barviv přímých na světle stálých. Výhodný je také jednoduchý způsob barvení. [5]

### 2.1 Historie reaktivních barviv

Vynález substantivních barviv v roce 1884 byl velkým pokrokem v barvení celulózových vláken, neboť umožnil barvit textilie přímo, bez nutnosti předúprav. Zároveň s tímto objevem začal další výzkum, který měl za úkol objevit nové postupy a techniky, které by uspokojily poptávku po barevných materiálech, které by vydržely v náročných podmínkách praní, kterým byly běžně vystaveny. V následujících třech dekáдах byla vyvinuta barviva kypová, a azobarviva, která fungují na principu uchycení nerozpustného barviva v amorfních oblastech celulózového polymeru. A po následující 4 dekády pak byly tyto metody jedinými, kterými šlo dosáhnout barvení s vysokou stálostí v praní na celulózových vláknech. Na přelomu 19. a 20. století začaly probíhat první pokusy o spojení barviva s vláknem kovalentní vazbou. Několik z těchto pokusů skutečně vytvořilo chemickou vazbu, ovšem vzhledem k počátkům testování této metody byly podmínky pokusů poněkud drastické a u vláken docházelo k degradaci. Pravděpodobně nebylo natolik známo, že za účelem takového ovlivnění barvicího procesu je nezbytné dosáhnout reakce pouze s několika z mnoha hydroxylových skupin, které jsou v molekule vlákna obsaženy a také, že podmínky barvicího procesu musí být mírné. [10]

V padesátých letech, v reakci na prodej vinylsulfidových barviv schopných reakce s vlnou, se společností ICI podařilo vyvinout reaktivní barvicí proces, který umožnil barvení celulózy trojbarevnou kombinací barviv. Důležitá novinka této práce spočívá v použití mírných podmínek. Bavlněná tkanina byla předupravena za pomoci alkálie a následně vysušena, poté byla ponořena do roztoku vysoce reaktivních dichlorotriazinových barviv. Bylo potřeba ještě mnoha úprav barvicího procesu (například přidání soli pro zlepšení substantivity, snížení pH pro minimalizaci hydrolyzy barviva atd.), než vznikla první řada reaktivních barviv Procion, které firma ICI uvedla na trh roku 1956. Tato barviva byla založena na různých chromoforech a obsažené dichlorotriazinové skupiny vytvořily –NH– vazby s molekulami barviva. Za vhodných podmínek mohou být oba atomy chloru nahrazeny, ovšem druhý reaguje mnohem hůře než první. [5], [10]

## 2.2 Chemická struktura reaktivních barviv

Strukturně jsou reaktivní barviva anionická a velice podobná barvivům kyselým či přímým, nicméně mají oproti těmto druhům barviv přidanou reaktivní skupinu. Jejich molekuly obsahují chromofory a sulfoskupiny a mimo to také jeden či dva reaktivní atomy či skupiny. Nejčastěji ho tvoří chlor, ale může být tvořen také fluorem či vinylovou skupinou. Molekuly reaktivních barviv jsou ve srovnání s většinou přímých barviv poměrně malé, díky čemuž mají oproti přímým barvivům vyšší spektrální čistotu, a tedy i brilantnější odstíny základních pestrých barev. [9]

### 2.2.1 Reaktivní systémy

Klíčové strukturální vlastnosti reaktivního barviva jsou: *chromoforní systém*, který zajišťuje substantivitu k celulóze. *Solubilizační skupiny* jsou takové skupiny, které zajistí rozpustnost barviva ve vodě, nejčastěji se jedná o sodné soli. *Reaktivní systém*, který umožňuje barvivu reagovat s hydroxy skupinami v celulóze, u barviv *Ostazin* se zpravidla jedná o jeden či dva atomy chloru a *můstkovou skupinu*, tedy nosič, který spojuje reaktivní atomy s částí molekuly barviva, a který nese jeho barevnost. V našem případě se jedná o barviva *Ostazin V*, jejichž reaktivním systémem je sulfatoethylsulfon. Reaktivní skupina musí být od barvonosné části molekuly oddělena, neboť by mohlo reakcí s vláknem dojít ke změně barevnosti. Každý z těchto strukturálních prvků může mít vliv na barvení a stálosti.

V několika málo případech je reaktivní systém spojen přímo s chromoforovým systémem, většina reaktivních systémů obsahuje heterocyklické vazby, které zajišťují

substantivitu k celulóze. Přítomnost můstkové skupiny a dalších substituentů na heterocyklických vazbách má velký dopad na reaktivitu a další barvicí charakteristiky.

[5], [9]

### 2.3 Aplikace reaktivních barviv na celulózová vlákna

Barvení celulózových vláken reaktivními barvivami je nejrozšířenější aplikačně-barvířskou oblastí, která je i nadále na vzestupu. Důvodem dynamického rozvoje použití reaktivních barviv na celulózu je především neustálý vývoj nových reaktivních barviv výrobci, kteří mají za cíl vyvinout barviva se zlepšenými vlastnostmi pro barvení, ale i digitální tisk celulózových vláken. Největším trendem je v této oblasti zejména zvýšení fixovatelnosti a také možnost snížit dávky neutrálního elektrolytu při barvení – příkladem jsou tzv. *LOW-SALT* reaktivní barviva apod. [9]

Většina komerčních barviv je nabízena v širokém rozsahu barev, z nichž mnohé jsou velmi syté. Reaktivní barviva mají často poměrně jednoduchou strukturu, která může být syntetizována s minimem barevných izomerů a biproduktů, které mají tendenci ztmavovat odstín u komplexnějších polyazo přímých barviv. [3]

Reaktivní barviva na celulózová vlákna lze aplikovat několika různými postupy, které je možné zhruba rozdělit do tří skupin. *Diskontinuální barvení* je proces, kdy je vlákno barveno v lázni obsahující sůl, teplota je závislá na reaktivitě daných barviv: například Procion M barviva jsou aplikována z chladné lázně, Procion H pak z lázně o teplotě 60°-90°C. Barvicí proces obvykle trvá půl až tři čtvrtě hodiny, poté se přidá uhličitán sodný, kterým se dosahuje fixace barviva, toto trvá další půl až jednu hodinu. Ve všech případech se hydrolyzované barvivo odstraní v závěrečném ošetření praním s textilními pomocnými prostředky. *Polokontinuální barvení* neboli Pad-Batch barvení, nabízí mnoho z výhod nepřetržité manipulace bez potřeby nákladného barvicího zařízení. Na vlákno určené k barvení se naaplikuje roztok barviva, alkálie a smáčedla při teplotě 20 °-30 ° C, následně se nechá odležet po dobu 1 až 24 hodin, dokud není fixace kompletní. Jako alkálii je možno použít hydroxid sodný, uhličitán nebo hydrogenuhličitán. *Kontinuální barvení* se provádí napuštěním tkaniny neutrálním roztokem reaktivního barviva, jeho následným smáčením v lázni z hydroxidu sodného a textilního pomocného prostředku (smáčedla) a poté propláchnutím a sušením. V případě barviv s poměrně nízkou reaktivitou může být alkálie aplikována spolu s barvivem. Dokonce i v případě vysoce reaktivních barviv může být alkálie aplikována spolu

s barvivem, ovšem pouze v případě, že se do lázně přidají roztoky barviva a alkálie odděleně. U světlých odstínů může být rozklad minimalizován použitím hydrogenuhličitanu sodného namísto louhu sodného. Mnoho kontinuálních procesů, které se běžně používají, je v podstatě velice podobných polokontinuálním procesům, ovšem s tou výjimkou, že reakční doba je snížena na několik minut a za použití vyšší teploty. Obvykle jsou kontinuální postupy využívány tam, kde je k dispozici vhodné vybavení.

*Procion Resin* je metodou, kdy se aplikuje nemačková úprava na bavlněnou či viskózovou tkaninu za pomoci předkondenzátu pryskyřice, smáčedel a změkčovadel, poté následuje sušení a zahřívání k dosažení polymerace. Tento proces se užívá pro barviva Procion, které jsou určeny k použití s nemačkovou úpravou, k barvivu se přidává alkohol. To pak reaguje se skupinami v předkondenzátu a přilne k vláknu díky pryskyřici. Tímto způsobem může být dosaženo téměř 100% fixace, ale stálostní vlastnosti jsou omezeny trvanlivostí pryskyřice.

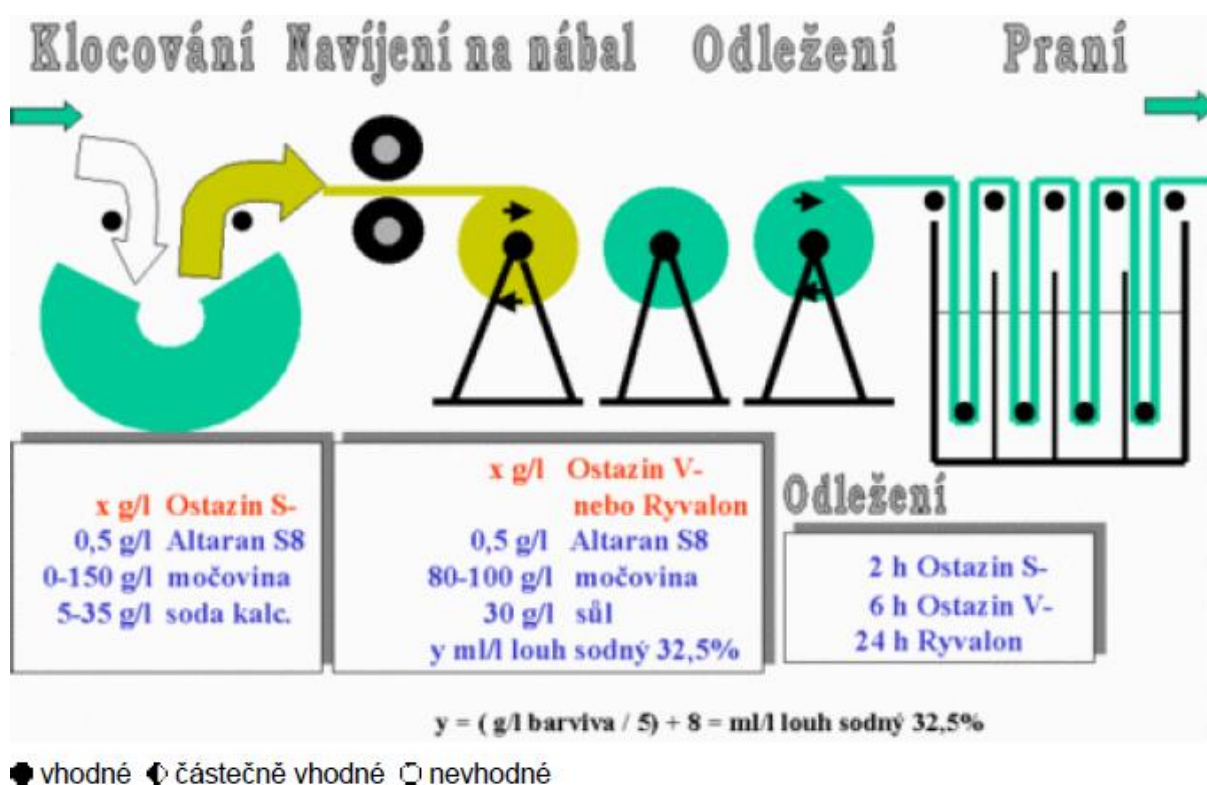
*Aplikace tiskem.* Existuje několik postupů přímého tisku pro aplikaci reaktivních barviv na celulósová vlákna. Tkanina může být například potištěna roztokem barviva, který obsahuje uhličitan sodný nebo hydrogenuhličitan, močovinu a zahušťovadlo, následně se vysuší, propaří, vypere a znovu vysuší. Alternativou fixace může být sušení za 140 °C místo propaření. V jiné metodě aplikace tisku jsou Procion M barviva natištěna, buď bez nebo s hydrogenuhličitanem sodným, tkanina se následně vysuší, aplikuje se uhličitan nebo hydrogenuhličitan sodný, poté se suší na válci, vypere a opět vysuší. Malé tiskárny s menším množstvím vybavení někdy využívají velice jednoduchý proces, ve kterém se tkanina připraví aplikací alkálie, potiskne se Procion M barvivy a následně se zavěsí na vzdušné místo po dobu několika hodin, dokud nedojde k úplné fixaci. Poté se tkanina vypere a vysuší.

*Termofix*, kdy kromě barviva a močoviny obsahuje barvicí lázeň také alkálii, zpravidla sodu. Po provedení klocování následuje tzv. mezisušení a poté se tkanina fixuje po dobu jedné až tří minut vzduchem o teplotě 150–210°C. [10]

### 2.3.1 Klocovací postup a metoda Pad-Batch

Základní metodou kontinuálního a polokontinuálního barvení je *klocování*. Jedná se o velice výhodný způsob, jak aplikovat reaktivní barviva, neboť pro tuto technologii není potřeba téměř žádná substantivita k celulósovým vláknům, klocovací postupy jsou

ovšem využívány také pro přímá, kypová, indigosolová, sirná či nerozpustná azobarviva, zpravidla pak na bavlnářských tkaninách. Při tomto způsobu barvení je délková textilie barvena koncentrovanou barvicí lázní na *fuláru* (anglicky Pad), který je charakteristický právě pro klocovací technologie. Tím se nanáší roztok barviva na suchý vzorek. Pro zvýšení rozpustnosti barviva a uspíšení jeho difúze do vlákna se do barvicího roztoku velmi často přidává močovina. Fixace barviva může navazovat bezprostředně po klocování či odděleně, s ohledem na podmínky, které ovlivňují difúzi do nitra vlákna, případně i chemickou reakci. Schéma klocovacího postupu je znázorněno na obrázku č. 5 níže.



Obr. 5 Schéma klocovacího postupu [11]

Po naklocování se tkanina následně zpracuje jedním z uvedených způsobů:

*Pad-Batch* je metodou, kdy se tkanina po naklocování roztokem barviva s přidáním močoviny, elektrolytem a alkálií navine na velkonábal a zajistí se fólií proti vysychání. Následně se za pomalého otáčení nechá odležet při konstantní teplotě několik hodin.

*Pad-Dry* je velice jednoduchá metoda, během které proběhne zasušení i fixace barviva zároveň, respektive těsně po sobě v sušárně, která kontinuálně navazuje na fulár. Celý proces průchodu sušicí zónou trvá přibližně 4 až 5 minut.

*Pad-Steam* se provádí tak, že po naklocování tkaniny roztokem barviva s močovinou se zasuší a ve druhém, „chemickém“ fuláru se napustí roztokem alkálie. Následně se tkanina paří.

*Pad-Roll* funguje na obdobném principu, jako *Pad-Batch* popsany výše. Nábal s naklocovanou tkaninou je zde však umístěn do vyhřívané komory. V závislosti na teplotě v této komoře se doba odležení přiměřeně zkrátí. Momentálně se tato metoda příliš nepoužívá a přednost dostává spíše způsob *Pad-Batch*.

*Pad-Jig* je metoda, kdy se tkanina naklocuje roztokem barviva s přidaným smáčedlem a případně i močovinou, ovšem vždy bez alkálie. Po případném odležení následuje fixace na džigru zpracováním v alkalické lázni. Tato fixační alkalická lázeň musí kromě alkálie obsahovat také elektrolyt. Ten zabraňuje desorpci barviva, které nezregovalo, zpět do lázně. [9], [10]

## 2.4 Problémy reaktivního barvení

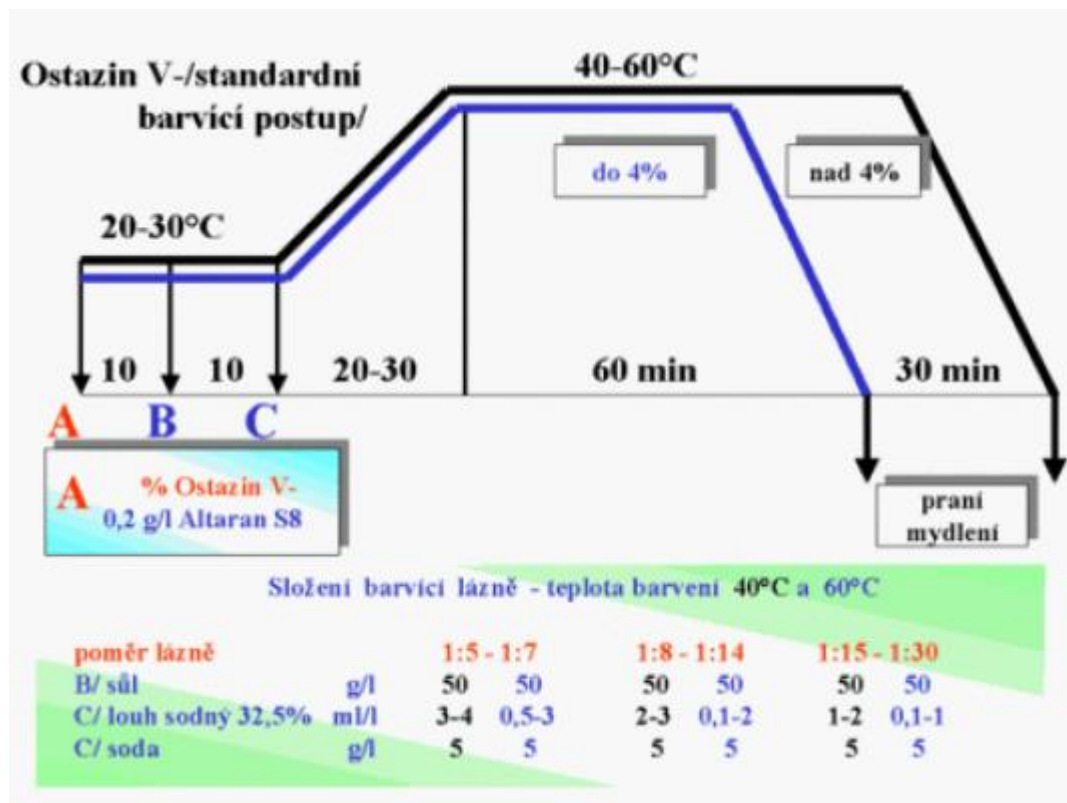
Běžná reaktivní barviva mají k celulóзовým vláknům o mnoho nižší afinitu než barviva přímá. Tato nevýhoda se také promítá v nutnosti přidání neutrálního elektrolytu, zpravidla kuchyňské soli, do lázně. U tmavých a černých odstínů je nutno přidat až 100 g.l<sup>-1</sup> neutrální soli, která následně končí v odpadních vodách a je zdrojem mnoha ekologických námitek vůči lázněovému barvení reaktivními barvivy. Jak je uvedeno výše, jedním z trendů ve vývoji nových reaktivních barviv je zvýšení substantivity a zároveň snížení potřeby vysokých přísad soli, nicméně za cenu zhoršení vypratelnosti zhydrolyzovaných zbytků reaktivních barviv ze zboží po barvení.

Další nevýhodou je teplota barvení v substantivní fázi. Většina barvíren pracuje s nižší teplotou, poté se musí lázeň zahřívat na optimální teplotu pro alkalickou fixaci. Důvodem je především to, že při nižší teplotě probíhá počáteční sorpce pomaleji, což je výhodné pro egalizaci. U některých postupů se také uplatňuje princip co nejvyšší teploty na konci substantivní fáze barvení. Toto zvýšení teploty je vhodné i pro rychlé vyrovnání počátečních míst s neegálním vybarvením. Schéma vytahovacího postupu



barviv *Ostazin V* použitých pro tuto bakalářskou práci je vyobrazeno na obrázku č. 6 níže. [9]

Problémem je také obtížnost získat některé barevné odstíny s jednoduchými chromofory, například tmavě modrá či námořnický modrá jsou často poněkud zašedlé a produkce jasně zelených odstínů reaktivních barviv zůstává problémem. [3]



Obr. 6 Schéma vytahovacího postupu barviv *Ostazin V* od firmy Synthesia [11]

## 2.5 Požadavky na stálosti vybarvení

Minimální stálosti, které musí hotový textilní výrobek splňovat, jsou určeny dohodami mezi odběrateli, a to jednotlivě pro každý hotový výrobek zvlášť. Důležitými vlastnostmi jsou především: stálost na světle, mokrá stálost a stálost v otěru. Platí přitom, že u tmavých a zejména pak černých odstínů se jistě snížení těchto stálostí zpravidla toleruje. S ohledem na požadavky těchto stálostí je vhodné, aby výrobce doporučil způsob údržby dané textilie, zejména pak teplotu praní či případné chemické čištění. [9], [12]

Při praní za teploty 95°C reaktivními barvivy lze dosáhnout stálostního stupně 4-5. *Mokrá stálost* je pro reaktivní barviva podobná, jako pro kypové barvení. *Stálost na*



*světla* na pak závisí na odolnosti molekuly barviva vůči fotolýze a dosahuje spíše středních hodnot, podobně jako u přímých barviv, neboť obě skupiny obsahují stejné chromofory – azobarviva. Jejich světlostálost se zpravidla pohybuje v nižších hodnotách a výjimečně převyší stupeň 6. Výzkum zaměřený na zlepšení této vlastnosti již probíhá.

[10]

### 2.5.1 Stálost v otěru

Měření této stálosti podléhá normě ČSN EN ISO 105-X12 (80 0139). Zkouška probíhá tak, že se vzorek textilie otírá bavlněnou tkaninou, která je navlečena na kovovém „palci“ (průměr palce je 15 mm, zatížení textilie 900 g). Palec se posouvá desetkrát tam a zpět po délce 10 cm. Je možno provádět tuto zkoušku jak za sucha, tak za mokra, kdy se bavlněná tkanina určená k otírání navlhčí destilovanou vodou. U vzorku se hodnotí míra „zapuštění“ dle šedé stupnice.

[12], [13]

### 2.5.2 Mokrý stálost

Do lázně, jejíž složení a teplota se liší dle testovaného materiálu a druhu testu, se vkládá tzv. *sdužený vzorek*. Jedná se několik textilních vrstev na sobě, kdy horní vrstvu tvoří doprovodná neobarvená tkanina (složená ze stejných vláken, jako vzorek, který je testován), druhou vrstvu tvoří vzorek testovaného materiálu a třetí pak doprovodná neobarvená tkanina definovaná normou. Tyto vrstvy materiálu se následně sešijí po okrajích bavlněnou nití volným stehem.

Po zkoušce se tento sdužený vzorek rozpárá a usuší, je nutno sušit všechny části odděleně, aby nedošlo ke zkreslení výsledků vlivem dalšího zapouštění. U testovaného materiálu se hodnotí změna odstínu a také zapuštění na doprovodné tkaniny. Vyhodnocuje se vizuálním srovnáním za pomoci šedé stupnice. Stručný princip některých ze zkoušek relevantních pro tuto práci:

*Stálost v potu*: je dána normou ČSN EN ISO 105-E04 (80 0165). Podobně jako stálost ve vodě se provádí i stálost v potu. Na vzorek působí roztok histidinu ve slabě kyselém a paralelně v alkalickém pufru.

*Stálost v praní*: je dána normou ČSN EN ISO 105-C06 (80 0123). Provádí se v rotačních patronových aparátech, mechanický vliv je zajištěn ocelovými kuličkami. Různí se tepelné varianty, od 40 do 95°C, přidává se anionický prací přípravek bez optického zjasňovače v množství 4 g.l<sup>-1</sup>.

[12]

## 2.6 Určení koncentrace barviva na vlákne

Pro určení koncentrace barviva na vlákne je možno využít v zásadě dvou způsobů. Prvním způsobem je *kolorimetrické stanovení koncentrace barviva v roztoku*, kdy se koncentrace barviva na vlákne zjišťuje nepřímo za pomoci koncentrace a váhy ulpělého barvicího roztoku a absorbance, která udává hodnotu barviva sepraného do prací lázně, tedy nenafixovaného. Druhým možným způsobem, jak koncentraci barviva na vlákne určit, je *objektivní hodnocení barevnosti*, kdy je měřena remise nabarveného materiálu. Remisí rozumíme schopnost materiálu odrážet světlo v určitém spektrálním složení a tato hodnota je měřitelná pomocí remisních spektrofotometrů. Měří se pro každou vlnovou délku zvlášť, výsledkem je remisní křivka. [12]

### 2.6.1 Kolorimetrické stanovení koncentrace barviva v roztoku

Metoda kolorimetrického stanovení koncentrace barviva v roztoku využívá faktu, že při průchodu záření roztokem dojde k určitému zeslabení intenzity tohoto záření, neboť barevný roztok propustí pouze část světla, které vchází. Absorpce světla se řídí Lambert-Beerovým zákonem:

$$A = \varepsilon \cdot C \cdot l$$

Přičemž  $A$  označuje absorbanci,  $\varepsilon$  je lineární absorpční koeficient (směrnice kalibrační přímky),  $C$  je koncentrace absorbující složky a  $l$  tloušťka vrstvy. Lambert-Beerův zákon platí tehdy, je-li konstantní teplota, složení roztoku a vlnová délka. Kalibrační přímka je takový rozsah koncentrací, ve kterém má Lambert-Beerův zákon lineární průběh. Při měření vzorků je nutné dodržet:

- Vzorek nesmí být kalný
- Je třeba barvené roztoky měřit v absorpčním maximu
- Vzorky je nutno ředit, neboť Lambert-Beerův zákon platí pouze pro zředěné roztoky
- Pro zajištění přesnosti probíhá měření vždy proti slepé lázni

Měření se provádí na absorpčních spektrofotometrech. V našem případě byla koncentrace barviva na materiálu zjištěna nepřímo stanovením zbylého barviva v lázni.

[3], [5]

### 2.6.2 Měření remise a CIELAB

Pokud na homogenní prostor, v tomto případě na nekonečnou vrstvu textilie, dopadá světlo, je část světla rozptýlena a část pohlcena. Zároveň při dopadu na povrch substrátu mění světlo své charakteristiky, například směr šíření, intenzitu. Důležité jsou během tohoto děje dva klíčové případy související s problematikou barevnosti textilií, tyto případy jsou navíc maximálně odlišné. Jedná se o remisi a absorpci světla. Rozptýlení charakterizuje rozptylový koeficient  $S$ , absorpční vlastnosti pak vyjadřuje absorpční koeficient  $K$ .  $K/S$  závislost získáme po integrálním výpočtu bilance absorbovaného a remitovaného světla.  $R$  značí remisní stupeň naměřený na remisním spektrofotometru.

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

$K/S$  závislost je paralelou Lambert-Beerova zákona pro roztoky, přičemž je tato závislost navíc zatížena strukturou substrátu, proto také vykazuje výraznější odchylky od linearity. [12]

Pod pojmem CIELAB je známa kolorimetrická soustava, jejíž pomocí je možno určit odstínovou odchylku porovnávaných vzorků. Základní rovnice tohoto systému jsou pro pravoúhlé souřadnice dány následujícími vztahy:

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b^* = 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

Tyto vztahy platí za předpokladu, že  $X/X_0$ ;  $Y/Y_0$ ;  $Z/Z_0 > 0,008856$ . Pokud tomu tak není, platí že:

$$L^* = 903,3(Y/Y_0)$$

$$a^* = 3893,5[X/X_0 - Y/Y_0]$$

$$b^* = 1557,4[Y/Y_0 - Z/Z_0]$$

Celková barevná diference je značena jako  $\Delta E^*$ . Spočítat ji můžeme tímto vztahem:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Tato diference je mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou – standardem a vzorkem, neindikuje ovšem povahu této diference. V našem případě je nicméně známo, že zjištěná diference značí rozdíl v sytosti jednotlivých vzorků. [14]

### 3. Realizační část

#### 3.1 Účel experimentů

Účelem těchto experimentů bylo především:

- 1) Zjistit, jakým barvicím postupem lze dosáhnout nejsytějšího vybarvení
- 2) Zjistit, který z barvicích postupů je nejvhodnější s ohledem na zachování přijatelných mechanických vlastností

#### 3.2 Použitý materiál

K barvení byla použita nemercerovaná bavlněná doprovodná tkanina specifikována normou ČSN 80 0101. Tkanina měla plátňovou vazbu, dostavu osnovy  $D_o = 32$  nití/1 cm, dostavu útku  $D_u = 26$  nití/1 cm. Plošná hmotnost tkaniny byla  $125 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Barveny byly kusy doprovodné tkaniny o rozměrech 30 x 12 cm. Každý vzorek byl před samotným barvením zvážen a označen nástřihy.

#### 3.3 Použitá barviva

Použita byla reaktivní barviva pro barvení celulózy Ostazin V od firmy Synthesia, odstíny Turquoise V-G a Black V-B. Jedná se o vinylsulfová reaktivní barviva se střední reaktivitou, která jsou určena pro barvení celulóзовých vláken vytahovacími i klocovacími postupy. [11]

#### 3.4 Použité chemikálie

Pro barvicí postup byly použity tyto chemikálie: Chlorid sodný NaCl; hydroxid sodný NaOH; syntetická močovina;

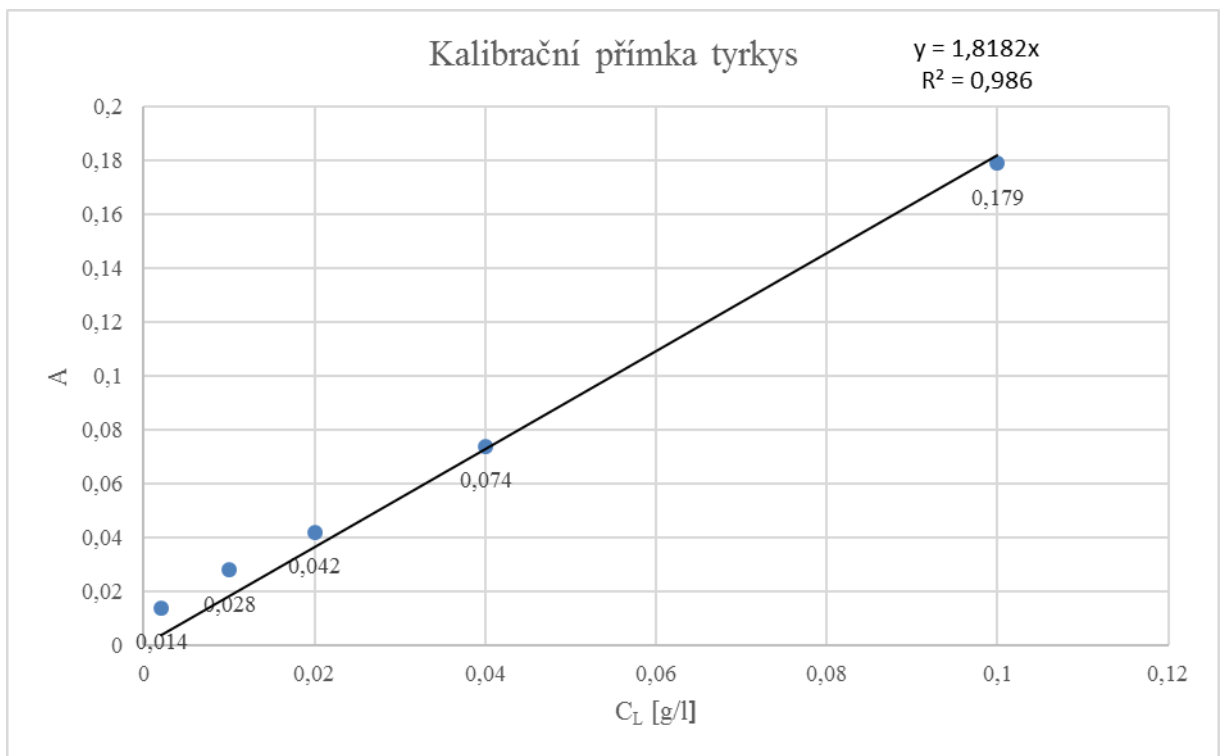
#### 3.5 Použité přístroje

Barvicí fulár; Spektrofotometr; Remisní spektrofotometr; FP 100 – LabTestII; Stainingtester; AHIBA NUANCE od firmy Daticolor; Spectraflash SF600+ od firmy Daticolor

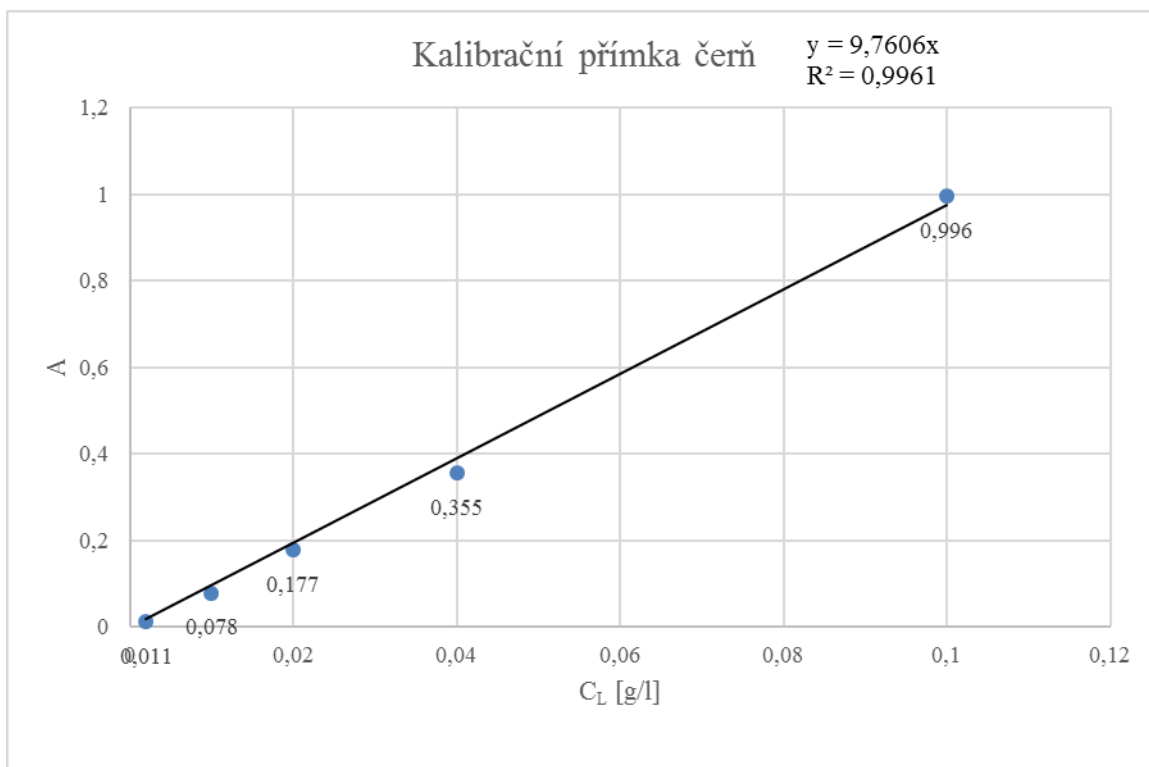
### 3.6 Výpočty

#### 3.6.1 Kalibrační přímky

Pro zjištění kalibračních přímek bylo připraveno 100 mililitrů roztoku o koncentraci 1 g/l barviva. Tento roztok byl následně rozdělen do baněk a doplněn vodou tak, že byly získány roztoky o koncentracích 0,002g/l; 0,01g/l; 0,02g/l; 0,04g/l a 0,1g/l. Takto připravené roztoky byly proměřeny na spektrofotometru. Z měření bylo zjištěno absorpční maximum, které bylo pro tyrkysové barvivo 665 nM a pro čern 595 nM. Na základě absorpčního maxima byly dále měřeny veškeré uchované lázně z praní. Z hodnot změřené absorbance a koncentrace barviva v roztocích byly vypracovány kalibrační přímky níže.



Obr. 7 Kalibrační přímka tyrkysového barviva



Obr. 8 Kalibrační přímka černi

### 3.7 Podmínky barvení – určení barvicího postupu

Pro určení vhodného barvicího postupu bylo nejprve provedeno zkušební barvení vzorků dle předpisu doporučeného výrobcem, ovšem s různou dobou odležení a to: 3 hodiny, 6 hodin, 20 hodin a 168 hodin. Účelem tohoto experimentu bylo zjištění, jaká doba odležení nabarvených vzorků je nejvhodnější. Více o tomto experimentu v kapitole 3.8.

#### 3.7.1 Barvicí postup doporučený výrobcem

Pro barvivo Turquoise V-G je doporučeno následující složení lázně:

Tab. 2 Barvicí předpis pro ostazinový tyrkys doporučený výrobcem

Barvicí předpis – tyrkys	
Barvivo	30 g/l
NaOH	14 ml/l
Močovina	60 g/l
NaCl	30 g/l

Minimální doba odležení je pro Turquoise V-G 6 hodin.

Pro barvivo Black V-N je doporučeno následující složení lázně:

*Tab. 3 Barvicí předpis pro ostazinovou čern doporučený výrobcem*

Barvicí předpis – čern	
Barvivo	80 g/l
NaOH	24 ml/l
Močovina	60 g/l
NaCl	30 g/l

Minimální doba odležení je pro Black V-G 3-8 hodin.

### 3.7.2 Zkrácený barvicí postup

Pro zkrácený barvicí postup bylo zvoleno následující složení lázně:

*Tab. 4 Zkrácený barvicí předpis pro ostazinový tyrkys*

Barvicí předpis - tyrkys	
Barvivo	15g/l
NaOH	14ml/l
Močovina	60g/l
NaCl	30g/l

*Tab. 5 Zkrácený barvicí předpis pro ostazinovou čern*

Barvicí předpis - čern	
Barvivo	40 g/l
NaOH	24 ml/l
Močovina	60 g/l
NaCl	30 g/l

Vzorky byly ponechány pro odležení po dobu 60 minut.

### 3.8 Zkušební barvení vzorků

Pro barvení bylo připraveno 8 vzorků doprovodné bavlněné tkaniny o rozměrech 15x15 cm, tyto vzorky byly nastříhány bez pevného kraje. Následně byly tyto vzorky nabarveny metodou Pad-Batch dvěma různými barvivy – 4 vzorky tkaniny byly barveny ostazinovým tyrkysem a 4 vzorky ostazinovou černí. Pro barvení byl zvolen postup doporučený výrobcem. Vzorky byly ponechány v neprodyšném obalu pro odležení po různě dlouhou dobu – 3 hodiny, 6 hodin, 20 hodin a 1 týden. Odležené vzorky byly vyprány ve 100ml čisté vody ve čtyřech cyklech, celkem tedy bylo získáno 400ml lázně z každého vzorku, která obsahovala veškeré nenafixované barvivo. Získaných lázní bylo 8, pro každý vzorek jedna. Tyto lázně byly doplněny vodou na 500ml a proměřeny

na spektrofotometru dle absorpčního maxima každého z barviv. Hodnoty absorbance a další výpočty jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 6 Výpočty pro tyrkysové barvivo

Prvotní experiment – ostazinový tyrkys					
Doba odležení		3h	6h	24h	7 dní
Hmotnost suchého vzorku	$M_o$	2,1242	2,1095	2,2646	2,3005
Hmotnost naklocovaného vz.	$M_K$	3,7768	3,603	3,633	3,623
Hmotnost aplikovaného roztoku	$M_R$	1,6526	1,4935	1,3684	1,3225
Hmotnost aplikovaného barviva	$M_B$	0,049578	0,044805	0,041052	0,039675
Absorbance	A	0,251	0,246	0,196	0,147
Směrnice kalibrační přímky	y	26,336	26,336	26,336	26,336
Hmotnost sepraného barviva v g/l	$M_S$ g/l	0,047653	0,046704	0,037211	0,027909
Skutečná hm. sepraného barviva	$M_S$	0,023827	0,023352	0,018606	0,013954
Hmotnost fixovaného barviva	$M_F$	0,025751	0,021453	0,022446	0,025721
Orientační % vytažení	%	1,212282	1,016968	0,991181	1,118049
Koncentrace v mg/g	K	12,12282	10,16968	9,911812	11,18049

Tab. 7 Výpočty pro ostazinovou čerň

Prvotní experiment – ostazinová čerň					
Doba odležení		3h	6h	24h	7 dní
Hmotnost suchého vzorku	$M_o$	2,1389	2,2364	2,2035	2,1088
Hmotnost naklocovaného vz.	$M_K$	3,9617	3,9875	3,9554	3,9503
Hmotnost aplikovaného roztoku	$M_R$	1,8228	1,7511	1,7519	1,8415
Hmotnost aplikovaného barviva	$M_B$	0,145824	0,140088	0,140152	0,14732
Absorbance	A	0,269	0,281	0,239	0,333
Směrnice kalibrační přímky	y	27,589	27,589	27,589	27,589
Hmotnost sepraného barviva v g/l	$M_S$ g/l	0,048751	0,050926	0,043314	0,06035
Skutečná hm. sepraného barviva	$M_S$	0,024376	0,025463	0,021657	0,030175
Hmotnost fixovaného barviva	$M_F$	0,121448	0,114625	0,118495	0,117145
Orientační % vytažení	%	5,678075	5,125423	5,377573	5,555052
Koncentrace v mg/g	K	56,78075	51,25423	53,77573	55,55052

### 3.9 Samotný experiment

Pro barvení bylo připraveno 10 kusů normované doprovodné bavlněné tkaniny, přičemž pro každé z barviv bylo využito 5 vzorků. Všechny vzorky byly nabarveny metodou Pad-Batch na barvicím fuláru za tlaku 1,5 BAR a rychlosti 1 metr za minutu v 500 mililitrové lázni, která pro ostazinový tyrkys obsahovala 15g barviva, 7ml NaOH, 30g močoviny a 15g NaCl, pro ostazinovou čerň pak 40g barviva, 12ml NaOH, 30g močoviny a 15g NaCl (barvicí předpis je uveden v kapitole 3.7.1) a následně ponechány



v neprodyšném obalu pro odležení po dobu 20 hodin. Poté byly všechny vzorky vyprány v lázni ve čtyřech cyklech, dokud nebyla lázeň čirá, tedy neobsahovala již žádné nenafixované barvivo. Každá z pracích lázní měla objem 200ml čisté vody, dohromady se tedy jednalo o 800ml lázně, která byla pro dva vzorky od každého barviva uchována a doplněna vodou na 1000ml. Dva vzorky, opět od každého barviva jeden, byly po vyprání uchovány a dále se s nimi nepracovalo.

V následujícím cyklu bylo opět stejným způsobem nabarveno 8 zbývajících vzorků, tentokrát ve 250ml barvicí lázni, o stejné koncentraci jako v prvním případě. Při praní byly opět uchovány a doplněny na 1000ml dvě lázně od každého barviva. Další dva vzorky byly po vyprání uchovány a barvily se vzorky zbývající, dokud nebylo docíleno řady 5 vzorků pro každé barvivo, kdy vzorek č.1 byl barven jedenkrát, vzorek č.2 dvakrát atd. Hodnoty absorbance a výpočtů jsou uvedeny v následujících tabulkách, přičemž vzorky jsou číslovány dle počtu barvicích cyklů, kterými prošly – tedy vzorek barvený jedenkrát je označen jako vzorek č.1 apod.

Tab. 8 Hlavní experiment – výpočty pro ostazinový tyrkys

Hlavní experiment – ostazinový tyrkys						
Číslo vzorku (počet barvení)		1	2	3	4	5
Hmotnost suchého vzorku	$M_o$	4,1928	4,31056	4,251	4,28486 7	4,3885
Hmotnost naklocovaného vz.	$M_K$	7,5312	8,4075	8,7924	9,2396	9,3125
Hmotnost aplikovaného roztoku	$M_R$	3,3384	4,09694	4,5414	4,95473 3	4,924
Hmotnost aplikovaného barviva	$M_B$	0,10015 2	0,12290 8	0,13624 2	0,14864 2	0,14772
Absorbance	A	0,163	0,122	0,1255	0,143	0,149
Směrnice kalibrační přímky	y	26,336	26,336	26,336	26,336	26,336
Hmotnost sepraného barviva v g/l	$M_S$ g/l	0,03094 6	0,02316 2	0,02382 7	0,02714 9	0,02828 8
Skutečná hm. sepraného barviva	$M_S$	0,01547 3	0,01158 1	0,01191 3	0,01357 5	0,01414 4
Hmotnost fixovaného barviva	$M_F$	0,08467 9	0,11132 7	0,12432 9	0,13506 7	0,13357 6
Orientační % vytažení	%	2,01962 6	2,58266	2,92469 2	3,15219 7	3,04377
Koncentrace v mg/g	K	20,1962 6	25,8266	29,2469 2	31,5219 7	30,4377

Tab. 9 Hlavní experiment – výpočty pro ostazinovou čern

Hlavní experiment – ostazinová čern						
Číslo vzorku (počet barvení)		1	2	3	4	5
Hmotnost suchého vzorku	M <sub>o</sub>	4,2875	4,34064	4,38725	4,35943 3	4,48325
Hmotnost naklocovaného vz.	M <sub>K</sub>	7,4537	9,21512 5	9,27553 3	9,5678	10,2319
Hmotnost aplikovaného roztoku	M <sub>R</sub>	3,1662	4,87448 5	4,88828 3	5,20836 7	5,74865
Hmotnost aplikovaného barviva	M <sub>B</sub>	0,25329 6	0,38995 9	0,39106 3	0,41666 9	0,45989 2
Absorbance	A	0,076	0,286	0,3775	0,384	0,487
Směrnice kalibrační přímky	y	27,589	27,589	27,589	27,589	27,589
Hmotnost sepraného barviva v g/l	M <sub>S</sub> g/l	0,02754 7	0,10366 5	0,13683	0,13918 6	0,17652
Skutečná hm. sepraného barviva	M <sub>S</sub>	0,01377 4	0,05183 3	0,06841 5	0,06959 3	0,08826
Hmotnost fixovaného barviva	M <sub>F</sub>	0,22574 9	0,28629 4	0,25423 3	0,27748 3	0,28337 2
%	%	5,26527 8	6,59567	5,79480 9	6,36512 6	6,32069 1
Koncentrace v mg/g	K	52,6527 8	65,9567	57,9480 9	63,6512 6	63,2069 1

### 3.9.1 Doplnkový experiment

Pro barvení byly připraveny 2 vzorky doprovodné bavlněné tkaniny. Dle zkráceného barvicího předpisu bylo připraveno 100ml barvicí lázně pro každé barvivo a vzorky byly nabarveny metodou Pad-Batch na fuláru za stejného tlaku a rychlosti, jako v případě hlavního experimentu. Vzorky byly ponechány pro odležení v neprodyšném obalu po dobu 60 minut a následně prány čtyřikrát v 200ml čisté vody, dokud nebyla prací lázeň čirá – celkově se jednalo o 800ml lázně pro každý vzorek. Tyto lázně byly uchovány a doplněny vodou na 1000ml. Z usušených vzorků byla odstřižena vždy 1/3 a tato uchována, zbytky tkaniny byly opět nabarveny stejnou metodou, lázně uchovány a po usušení byla odstřižena stejná část, jako v prvním případě. Poslední kusy tkaniny byly nabarveny potřetí stejnou metodou. Hodnoty absorbance a výpočtů jsou uvedeny v příloze.

### 3.10 Výsledky experimentů

Výsledky experimentů byly zjišťovány pomocí normovaných zkoušek a testů v souladu s vytyčenými cíli bakalářské práce a s ohledem na možnost reálného využití barvené tkaniny jakožto oděvního materiálu. Z tohoto důvodu byl důraz kladen zejména na zkoušky stálosti a odolnosti v procesech a podmínkách, jímž jsou oděvní materiály

často vystaveny. Jedná se zejména o stálost v praní a potu, v otěru a také o případné změny pevnosti.

### 3.10.1 Zkouška pevnosti

Pro zkoušku pevnosti na trhačce byly připraveny vzorky o rozměrech 2x10cm, přičemž z každého barveného kusu tkaniny bylo připraveno 5 vzorků střižených po střídě a 5 vzorků střižených po osnově, tyto vzorky byly připraveny také z nebarvené doprovodné bavlněné tkaniny. Následně byla provedena měření, cílem bylo zjistit případné změny pevnosti s ohledem na zvyšující se počet barvicích cyklů. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách, vzorky jsou opět číslovány dle počtu barvicích cyklů, kterými prošly.

Tab. 12 Nebarvená tkanina – hodnoty zkoušky pevnosti

Nebarvená bavlněná doprovodná tkanina						
Průměrné hodnoty z 5 testovaných vzorků						
	Osnova			Útek		
	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti
Značka	Fmax	Amax	E	Fmax	Amax	E
Jednotka	N	%	MPa	N	%	MPa
Hodnota	141,58	8,08	68,34	149,44	18,55	38,67

Tab. 13 Tkanina barvená ostazinovým tyrkysem – hodnoty zkoušky pevnosti

Tkanina barvená ostazinovým tyrkysem						
Průměrné hodnoty z 5 testovaných vzorků						
	Osnova			Útek		
	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti
Značka	Fmax	Amax	E	Fmax	Amax	E
Jednotka	N	%	MPa	N	%	MPa
Vzorek 1	146,12	9,75	98,21	131,72	20,39	30,71
Vzorek 2	161,72	8,04	160,01	161,93	10,59	138,78
Vzorek 3	136,06	10,66	79,09	140,89	21,44	52,29
Vzorek 4	146,42	12,31	74,19	143,4	17,68	66,26
Vzorek 5	135,06	10,68	52,79	145,42	17,49	60,4

Tab. 14 Tkanina barvená ostazinovou černí – hodnoty zkoušky pevnosti

Tkanina barvená ostazinovou černí						
Průměrné hodnoty z 5 testovaných vzorků						
	Osnova			Útek		
	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti	Síla	Poměrné prodloužení	Modul pružnosti
Značka	Fmax	Amax	E	Fmax	Amax	E
Jednotka	N	%	MPa	N	%	MPa
Vzorek 1	145,32	12,71	38,67	151,81	19,78	64,49
Vzorek 2	146,95	10,96	78,94	98,02	17,16	22,33
Vzorek 3	128,91	10,92	52,12	109,95	19,36	21,51
Vzorek 4	148,78	18,79	48,59	157,23	21,1	61,99
Vzorek 5	137,74	10,22	64,94	81,81	18,09	17,6

### 3.10.2 Stálobarevnost v otěru za sucha

Tato zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 105-X12 (80 0139). Vzorky byly následně vizuálně hodnoceny v koloristické skříní Multilight od firmy DATACOLOR pod normalizovaným světlem D65, které svým spektrálním složením odpovídá průměrnému dennímu světlu. K porovnání vzorků byla použita *šedá stupnice pro posouzení stupně zapouštění vzorku při zkoušce stálosti vybarvení*. Hodnoty vyhodnocené autorkou této práce jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 15 Hodnoty vizuálního hodnocení stálobarevnosti v otěru za sucha s šedou stupnicí

Stálobarevnost v otěru za sucha			
Tyrkys	Výsledná hodnota	Čerň	Výsledná hodnota
Vzorek 1	4	Vzorek 1	4
Vzorek 2	3,5	Vzorek 2	2
Vzorek 3	3	Vzorek 3	2
Vzorek 4	3	Vzorek 4	2
Vzorek 5	3	Vzorek 5	2

### 3.10.3 Stálobarevnost v potu

Zkouška byla provedena dle normy ČSN 80 0165. Vzorky byly následně, stejně jako v případě hodnocení stálobarevnosti v otěru, vizuálně hodnoceny v koloristické skříní pod světlem D65 a porovnány s *šedou stupnicí pro posouzení stupně zapouštění vzorku při zkoušce stálosti vybarvení*. Poté bylo provedeno také vizuální porovnání vzorků, na kterých byla aplikována zkouška stálosti v potu, se vzorky, které byly také barveny, ale

zkouška stálosti v potu na nich aplikována nebyla. Samozřejmostí je, že byly hodnoceny pouze takové dvojice vzorků, u nichž se shodoval počet barvicích cyklů, kterými prošly. Vzorky byly hodnoceny v koloristické skříni pod světlem D65 a porovnány s *šedou stupnicí pro posouzení změny odstínu vybarvení vzorku při zkoušce stálosti vybarvení*. Výsledné hodnoty obou vizuálních porovnání jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 16 Vizuální hodnocení stálobarevnosti a změny odstínu v potu pro ostazinový tyrkys

Ostazinový tyrkys			
Stálobarevnost v potu			
	Zapouštění pro bavlněnou tkaninu	Zapouštění pro vlněnou tkaninu	Změna odstínu po provedení zkoušky
Vzorek 1	5	5	4
Vzorek 2	5	5	4
Vzorek 3	5	5	4
Vzorek 4	5	5	4,5
Vzorek 5	5	5	5

Tab. 17 Vizuální hodnocení stálobarevnosti a změny odstínu v potu pro ostazinovou čern

Ostazinová čern			
Stálobarevnost v potu			
	Zapouštění pro bavlněnou tkaninu	Zapouštění pro vlněnou tkaninu	Změna odstínu po provedení zkoušky
Vzorek 1	3	5	2,5
Vzorek 2	3	5	2,5
Vzorek 3	2,5	5	3
Vzorek 4	1,5	5	3
Vzorek 5	3,5	5	3

#### 3.10.4 Stálobarevnost v praní

Zkouška stálobarevnosti v praní byla provedena dle normy ČSN EN ISO 105-C06. Vzorky byly následně vizuálně hodnoceny v koloristické skříni pod světlem D65 a porovnány s *šedou stupnicí pro posouzení stupně zapouštění vzorku při zkoušce stálosti vybarvení*. Jako v předchozích případech bylo i zde následně provedeno vizuální hodnocení změny odstínu, Výsledné hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 18 Vizuelní hodnocení stálobarevnosti a změny odstínu v prání pro ostazinový tyrkys

Ostazinový tyrkys			
Stálobarevnost v prání			
	Zapouštění pro bavlněnou tkaninu	Zapouštění pro vlněnou tkaninu	Změna odstínu po provedení zkoušky
Vzorek 1	3,5	4,5	2,5
Vzorek 2	3,5	4,5	4
Vzorek 3	4	4,5	4,5
Vzorek 4	3,5	4,5	4,5
Vzorek 5	3,5	4,5	5

Tab. 19 Vizuelní hodnocení stálobarevnosti a změny odstínu v prání pro ostazinovou čern

Ostazinová čern			
Stálobarevnost v prání			
	Zapouštění pro bavlněnou tkaninu	Zapouštění pro vlněnou tkaninu	Změna odstínu po provedení zkoušky
Vzorek 1	4	5	3,5
Vzorek 2	4	4,5	4
Vzorek 3	3,5	4,5	4
Vzorek 4	3,5	4,5	4
Vzorek 5	4	4,5	4

### 3.10.5 Rozměrové změny

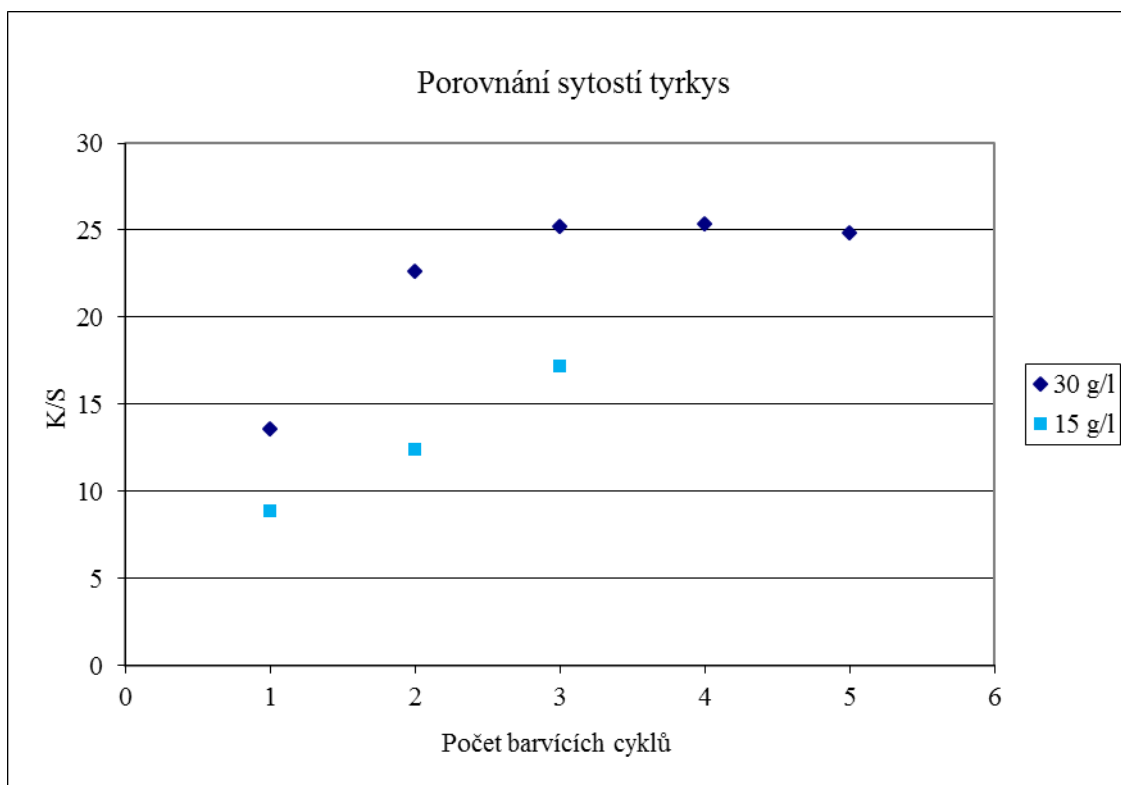
Rozměrové změny byly zjištěny spočítáním osnovních a útkových nití v jednotlivých vzorcích, výsledky byly porovnány s hodnotami nebarvené doprovodné bavlněné tkaniny, jejíž počet nití v osnově je 32nt/cm a v útku 26nt/cm. Hodnoty barvených vzorků jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 20 Počet nití v osnově a útku u barvených vzorků

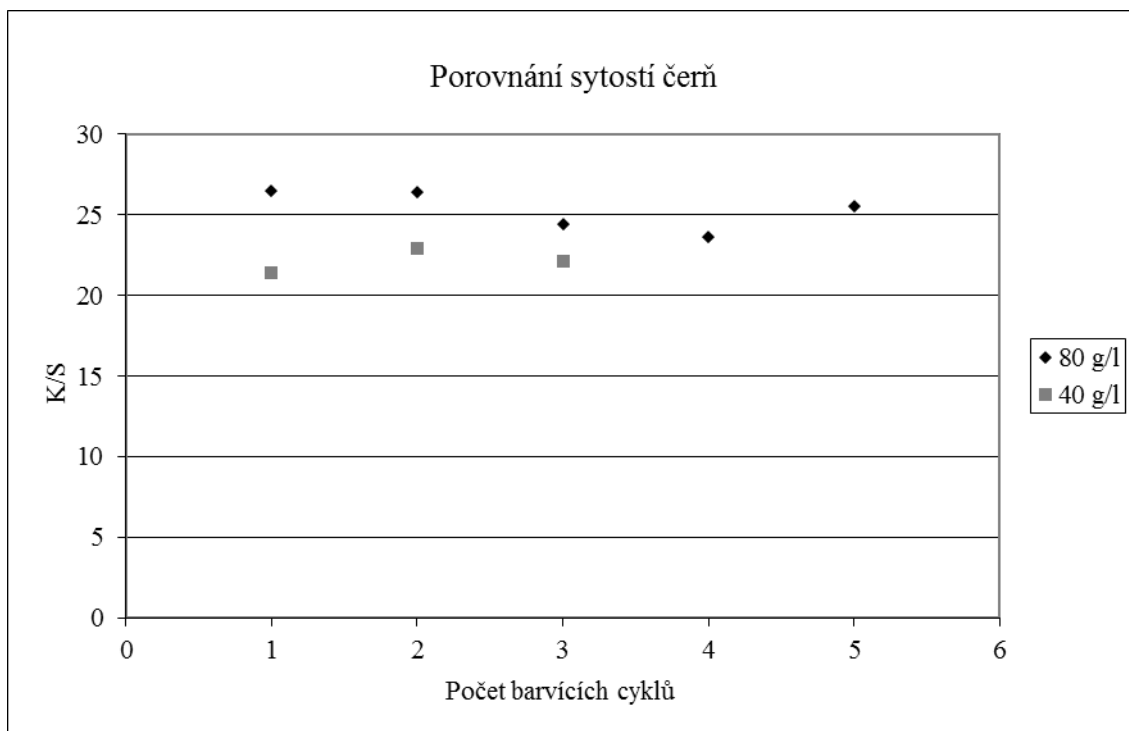
Počet nití v osnově a útku po cyklickém barvení					
Tyrkys	Osnova	Útek	Čern	Osnova	Útek
Vzorek 1	33nt/cm	25nt/cm	Vzorek 1	34nt/cm	28nt/cm
Vzorek 2	34nt/cm	27nt/cm	Vzorek 2	31nt/cm	28nt/cm
Vzorek 3	34nt/cm	28nt/cm	Vzorek 3	34 nt/cm	29nt/cm
Vzorek 4	35nt/cm	28nt/cm	Vzorek 4	35 nt/cm	29nt/cm
Vzorek 5	35nt/cm	29nt/cm	Vzorek 5	35 nt/cm	29nt/cm

### 3.10.6 Měření remise vzorků

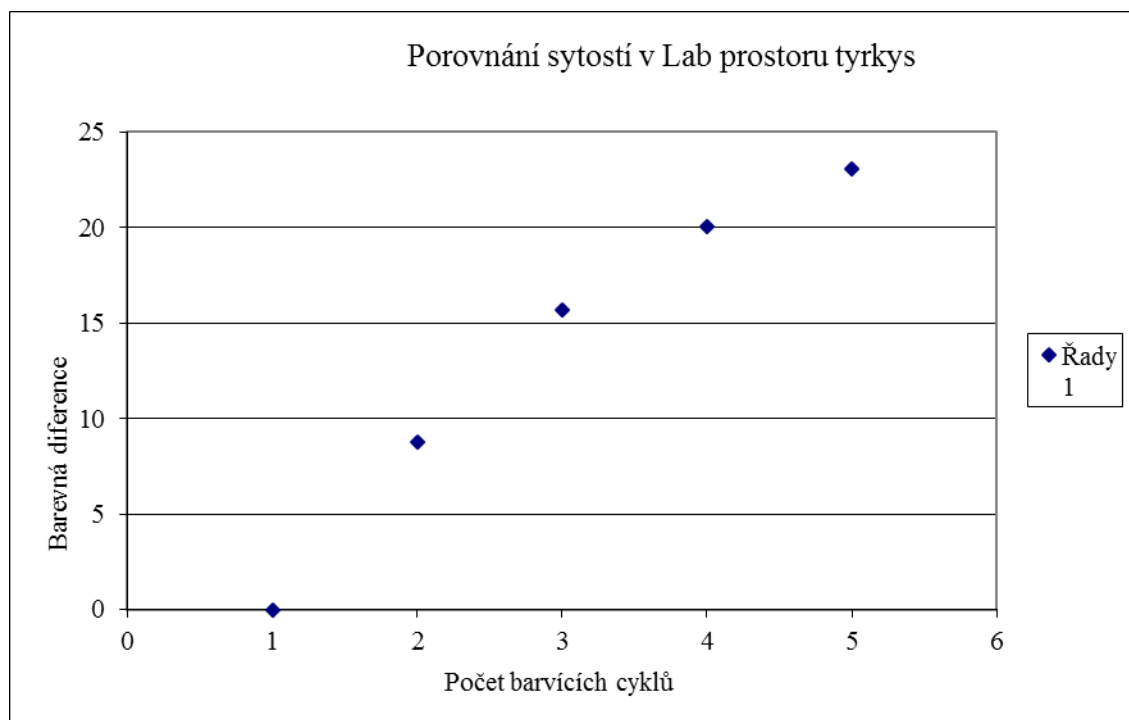
Měření remise barvených materiálů bylo poněkud obtížnější, neboť zejména vícekrát barvené vzorky se vyznačují velice sytým vybarvením a při měření dosahovaly některé vzorky hraničních hodnot pro směrodatné měření. V grafickém znázornění níže jsou porovnány hodnoty remise pro každé barvivo zvlášť, porovnány jsou hodnoty z hlavního experimentu a z experimentu se zkráceným barvicím postupem.



Obr. 9 Hodnoty remise pro ostazinový tyrkys

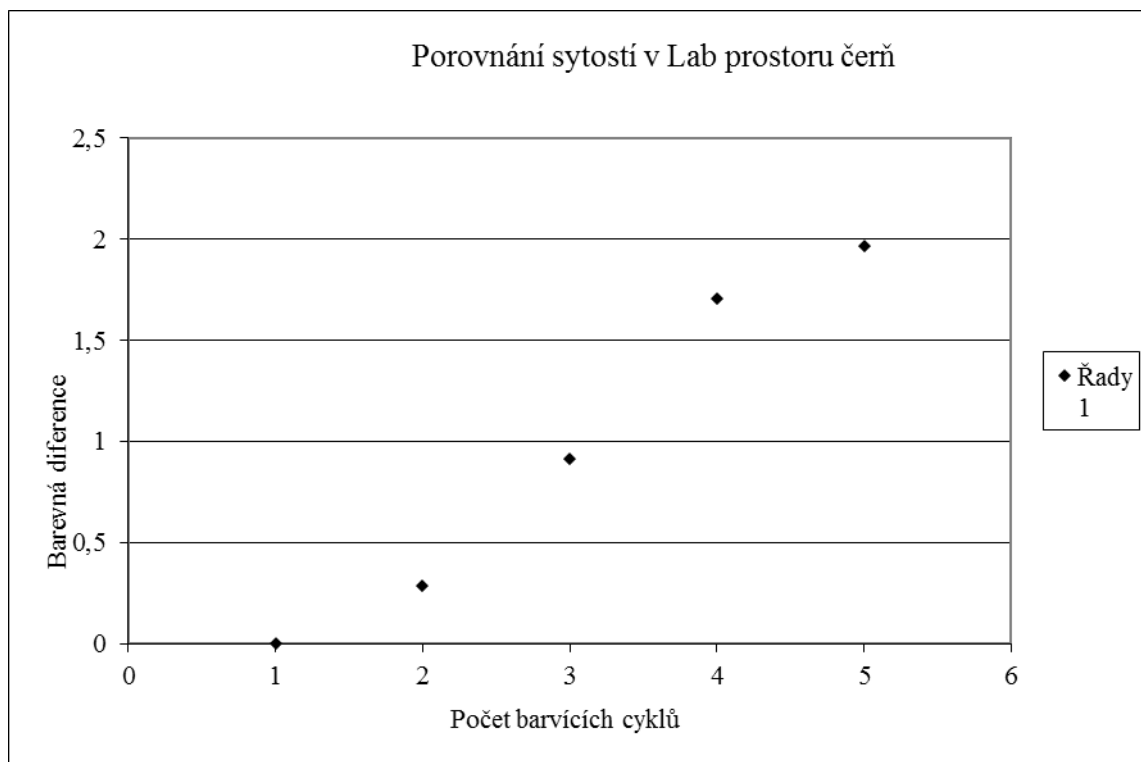


*Obr. 10 Hodnoty remise pro ostazinovou čerň*



*Obr. 11 Hodnoty barevných diferencí Lab pro ostazinový tyrkys*





Obr. 12 Hodnoty barevných diferencí Lab pro ostazinovou čern

### 3.11 Hodnocení a diskuse

Stěžejním cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda má cyklické aplikování klocovací technologie Pad-Batch neblahý vliv na mechanické vlastnosti textilie a zároveň, zhodnotit kvalitu a sytost vybarvení, neboť jak je známo, alkalická lázeň ovlivňuje strukturu celulózy. Jak vyplývá z hodnot uvedených v tabulkách, pevnost zůstává po aplikaci obou druhů barviv prakticky neměnná, což je velice důležitý poznatek, neboť toto zjištění otevírá dveře k dalším pokusům s cyklickou aplikací reaktivních barviv.

U *testování odolnosti v otěru* bylo zjištěno, že vzorky, které prošly pouze jedním barvicím cyklem, dopadly lépe, resp. se méně zapouštějí do otírací tkaniny, než vzorky barvené dvakrát a vícekrát. Nicméně i v případě několikačetného barvení bylo zjištěno, že se výsledky nijak dramaticky neliší od hodnoty udělené vzorkům, které prošly pouze dvěma barvicími cykly.

Při *zkoušce odolnosti v potu* bylo zjištěno, že ostazinové barvivo Turquoise V-G dosáhlo velice dobrých výsledků, neboť po uschnutí vzorků nebylo patrné žádné zapouštění barviva, a to jak u bavlněné, tak i u vlněné doprovodné tkaniny. Naproti tomu ostazinová čern Black V-B dopadla hůře, co se týká zapouštění do bavlněné doprovodné tkaniny, nicméně stejně jako ostazinový tyrkys neprokázala žádnou

tendenci zapouštět do vlněné doprovodné tkaniny. U porovnání změny odstínu po provedení této zkoušky pak ostazinová čern dopadla poměrně dobře, neboť vykazala nejmenší změnu odstínu po provedení zkoušky u vzorků barvených jednou a dvakrát a průměrnou hodnotu u vícekrát barvených vzorků. Ostazinový tyrkys vykázal velice patrnou odchylku odstínu s mírně se zhoršující tendencí se zvyšujícím se počtem barvení. Hodnoty zjištěné při vizuálním hodnocení jsou velice podobné hodnotám deklarovaným výrobcem.

*Zkouška odolnosti v praní* odhalila, že tato reaktivní barviva mají velice nízkou tendenci zapouštět v praní do vlněné doprovodné tkaniny. Naproti tomu zapouštění do bavlněné tkaniny je znatelnější, o něco lepšího výsledku dosáhla ostazinová čern. Při porovnání změny odstínu po provedení zkoušky vykazovaly vzorky barvené pouze jedenkrát vyšší hodnoty vypírání barviva do prací lázně, nežli vzorky barvené ve dvou a více cyklech. Tyto pak dosáhly poměrně slušných hodnot, a to i v případě černi. Hodnoty, kterých vzorky barvené oběma barvivy dosáhly, jsou opět velice podobné hodnotám deklarovaným výrobcem a mírné odchylky jsou pravděpodobně dány nezkušeností hodnotitelky.

*Rozměrové změny* byly zaznamenány, nicméně došlo pouze k relativně nízkému srážení, které se zvyšujícím se počtem barvicích cyklů stoupalo jen mírně. Určité procento srážení bylo očekáváno, neboť vzorky byly po barvení a odležení prány ve vařící vodě.

Jak je z hodnot *remise* patrné, se zvyšujícím se počtem cyklů barvení u hlavního experimentu se zvyšuje také sytost vybarvení, nepatrnost odchylek u vícečetných barvení je dána vysokou sytostí vzorků, které hraničily s limitem pro měření remise. Za povšimnutí jistě stojí, že zkrácený postup barvení se příliš neosvědčil, neboť ačkoliv bylo použito na vzorek barvený třikrát zkráceným postupem dohromady 45g barviva, jeho sytost je slabší v porovnání se sytostí vzorků, které byly v hlavním experimentu barveny jedenkrát či dvakrát a barviva na ně bylo v součtu použito méně. Obecně přitom platí, že opakované barvení reaktivními barvivy s nižší koncentrací barviva v barvicím roztoku přináší sytější vybarvení nežli pouze jediné barvení s koncentrací vyšší. Tento paradox lze ovšem snadno vysvětlit faktem, že zkrácený barvicí postup zahrnoval pouze 60 minut pro odležení, což je doba o mnoho kratší, než doporučuje

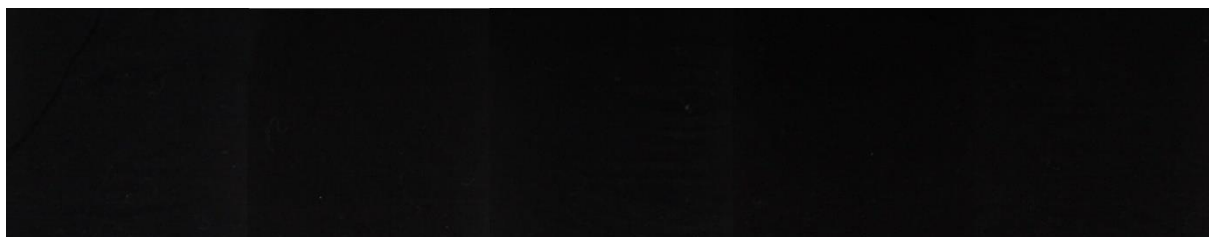
výrobce. Vhodné by tedy bylo dobu odležení prodloužit alespoň na polovinu doporučeného času, tedy 3 hodiny.

Pro názornost bylo provedeno také vyhodnocení *Lab*, ze kterého je patrné, že vzorky barvené ostazinovým tyrkysem i ostazinovou černí jsou s každým barvením sytější. Rozdíl v sytosti je o mnoho patrnější u vzorků barvených tyrkysem, černě barvené vzorky se jeví na pohled velice podobně a jak je z *Lab* vyhodnocení patrné, rozdíly v sytosti jsou mezi vzorky jen minimální.

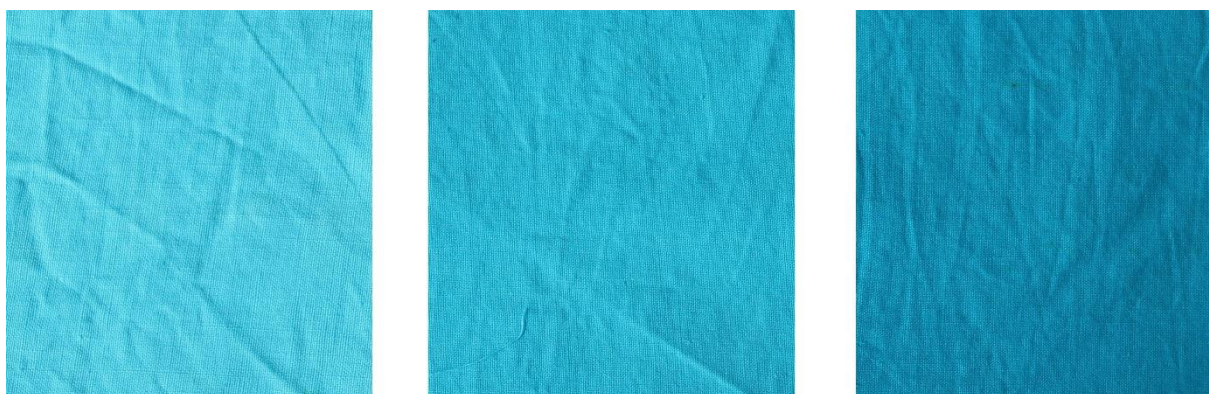
Ilustrační skeny barvených vzorků jsou vloženy níže.



*Obr. 13 Řada vzorků barvených ostazinovým tyrkysem v hlavním experimentu zleva 1–5x*



*Obr. 14 Řada vzorků barvených ostazinovou černí zleva v hlavním experimentu 1–5x*



*Obr. 15 Řada vzorků barvených zkráceným postupem ostazinovým tyrkysem zleva 1–3x*



*Obr. 16 Řada vzorků barvených zkráceným postupem ostazinovou černí zleva 1–3x*

### **3.12 Závěr**

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit, zda a jaký vliv má cyklická aplikace klocovací technologie Pad-Batch na bavlněný materiál, a to zejména z hlediska mechanických vlastností. Na pevnost materiálu nebyl prokázán žádný vliv, zůstává prakticky neměnná. Velice dobrých výsledků bylo dosaženo i při testování odolnosti v potu a praní, s přibývajícimi cykly barvení se odolnosti zhoršují jen nepatrně. V případě odolnosti v otěru byla prokázána tendence vyššího zapouštění v případě vícekrát barvených textilií, nicméně se hodnoty dvakrát barvených vzorků neliší od hodnot vícekrát barvených vzorků.

Jak je z hodnot remise patrné, v případě ostazinové černi není nutné aplikovat cyklický postup barvení, neboť dosahuje velice sytého vybarvení již po první aplikaci barviva. Naproti tomu u ostazinového tyrkysu je vyšší sytost u vícekrát barvených vzorků zjevná i pouhým okem a cyklická aplikace je jistě výhodným způsobem, jak sytějšího vybarvení dosáhnout. Je ovšem nutné dodržet alespoň poloviční čas odležení doporučený výrobcem, tedy minimálně 3 hodiny.

#### 4. Seznam použitých zdrojů

- [1] MILITKÝ, J.: Textilní vlákna klasická a speciální, Technická univerzita v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-644-X
- [2] Tisková zpráva mezinárodního poradního výboru pro bavlnu ICAC [online] [citováno 5.11.2016], dostupné z: <https://www.icac.org/Press-Release/2016/PR-14-Better-Yields-to-Boost-Cotton-Production-in>
- [3] BROADBENT, A.D.: Basic principles of textile coloration, Bradford:SDC, 2001, ISBN 0 901956 76 7
- [4] BLAŽEJ, A., ŠUTÁ, Š.: Vlastnosti textilných vlákien, Bratislava: Alfa, 1982
- [5] SHORE, J.: Cellulosics Dyeing, Bradford:SDC, 1995, ISBN 0 901956 68 6
- [6] WIENER, J., PRŮŠOVÁ, M., KRYŠTŮFEK, J.: Chemicko-textilní rozbor, Technická univerzita v Liberci, 2008, dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz>
- [7] CLARK, M: Handbook of textile and industrial dyeing, Woodhead Publishing, 2011, ISBN 978-1-84569-695-5
- [8] KRYŠTŮFEK, J., MILITKÝ, J., VIK, M., WIENER, J.: Textile Dyeing Theory and Applications, Technická univerzita v Liberci, 2013, ISBN 978-80-7494-031-6
- [9] KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J., MACHÁŇOVÁ, D.: Barvení textilií II, Technická univerzita v Liberci, 2011, ISBN 978-80-7372-796-3
- [10] ALLEN, R. L. M.: Colour chemistry, Appleton-Century-Crofts, 1971, ISBN 978-1-4615-6665-6
- [11] SPECIFIKACE OSTAZINOVÝCH REAKTIVNÍCH BARVIV OD FIRMY SYNTHESIA [online] [citováno 01.04.2017], dostupné z: [http://dyes.synthesia.eu/cze/organicka-barviva/textilni-barviva/\(offset\)/50#Ostazin-V](http://dyes.synthesia.eu/cze/organicka-barviva/textilni-barviva/(offset)/50#Ostazin-V)
- [12] KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J.: Barvení textilií I, Technická univerzita v Liberci, 2018, ISBN 978-80-7372-328-6
- [13] NORMA ČSN EN ISO 105-X12 (80 0139)

[14] VIK, M.: Základy měření barevnosti I. Díl, Technická univerzita v Liberci, 1995,  
ISBN 80-7083-162-6

## Přílohy

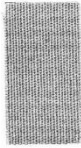

Tab.1 Dodatečný experiment – výpočty pro ostazinový tyrkys

Dodatečný experiment tyrkys				
Číslo vzorku		1	2	3
Hmotnost suchého vzorku	$M_o$	4,2178	2,7928	1,459
Hmotnost naklocovaného vz.	$M_K$	8,2655	5,6656	2,8625
Hmotnost aplikovaného roztoku na vz.	$M_R$	4,0477	2,8728	1,4035
Hmotnost aplikovaného barviva na vz.	$M_B$	0,121431	0,086184	0,042105
Absorbance	$A$	0,151	0,126	0,077
Směrnice kalibrační přímky	$y$	26,336	26,336	26,336
Hmotnost sepraného barviva v g/l	$M_S$ g/l	0,028668	0,023922	0,014619
Hmotnost sepraného barviva	$M_S$	0,014334	0,011961	0,007309
Hmotnost fixovaného barviva	$M_F$	0,107097	0,074223	0,034796
%	%	2,539168	2,657662	2,384895
Koncentrace v mg/g	$K$	25,39168	26,57662	23,84895

Tab.2 Dodatečný experiment – výpočty pro ostazinovou čern

Dodatečný experiment čern				
Číslo vzorku		1	2	3
Hmotnost suchého vzorku	$M_o$	4,1682	2,749	1,459
Hmotnost naklocovaného vz.	$M_K$	9,0196	5,8594	2,8625
Hmotnost aplikovaného roztoku na vz.	$M_R$	4,8514	3,1104	1,4035
Hmotnost aplikovaného barviva na vz.	$M_B$	0,388112	0,248832	0,11228
Absorbance	$A$	0,22	0,257	0,116
Směrnice kalibrační přímky	$y$	27,589	27,589	27,589
Hmotnost sepraného barviva v g/l	$M_S$ g/l	0,039871	0,046577	0,021023
Hmotnost sepraného barviva	$M_S$	0,019935	0,023288	0,010511
Hmotnost fixovaného barviva	$M_F$	0,368177	0,225544	0,101769
%	%	8,832986	8,204574	6,975227
Koncentrace v mg/g	$K$	88,32986	82,04574	69,75227

Obr. 1 Hodnoty stálosti ostazinových barviv deklarované výrobcem

Ostazin Остазин		C. I. Reactive	Pad-Batch g/l	Xenoltest ксенотест	Rubbing dry Reib trocken Трение сухое Otěr za sucha	Water Wasser Voda	Perspiration acid Schweiß sauer Пот кислый Pot. kyselý	Perspiration alkaline Schweiß alkalisch Пот щелочной Pot. alkalický	Washing 95 °C Waschen 95 °C Стирка 95 °C Praní 95 °C	Solubility at 25 °C g/l Löslichkeit bei 25 °C g/l Растворимость 25 °C g/l Rozpusťnost při 25 °C g/l	Exhaustion method Auszehrverfahren Метод выщипания Vyšňovací postup	
	Turquoise V-G	Blue 21	30	4Y	4-5	4-5	4-5	4-5	4	50	•	
	-türkis V-G											40 °C
	бирюзовый V-G			3-4Y	4-5	4-5	4-5	4-5			80 °C	
	Black V-B	Black 5	80	4-5 <sup>■</sup>	4-5	4-5	4-5	4-5	4	>100	•	
	-schwarz V-B											40 °C
	черный V-B			3 <sup>□</sup>	4-5	4-5	4-5	4-5			60 °C	